

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN SANTIAGO

PROYECTO:

“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 2”

GEOMORFOLOGÍA

AGOSTO, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consorcio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

Javier Reina
Baldomer Corderroure
Jorge Navarro
Katia Olivos
Oriol Pedraza
Lorena Piedra
Anna Pibernat
Isaac Pérez
Marta San Segundo

Fotointérpretes:

Sergio Andrade
Lucía Avilés
Anna Bordetas
Leonardo Calle
Baldomer Corderroure
Yetzabel Flores
Jorge Navarro
Juan Agustín Núñez
Katia Olivos
Oriol Pedraza
Isaac Pérez
Lorena Piedra
Anna Pibernat
Javier Reina
Angélica Robles
Mariana de J. Yaguana

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador	2
1.2.	Objetivos	3
1.2.1.	Objetivos generales del proyecto	3
1.2.2.	Objetivos del estudio geomorfológico	3
1.3.	Antecedentes de este estudio	4
II.	METODOLOGÍA	5
2.1.	Características del producto esperado	5
2.2.	Etapas metodológicas.....	5
2.2.1.	Recopilación de información	6
2.2.1.1.	Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes	6
2.2.1.2.	Insumos complementarios	6
2.2.2.	Fotointerpretación	7
2.2.2.1.	<i>Software</i> empleado	9
2.2.3.	Fase de campo	9
2.2.3.1.	Criterios para la validación en campo	9
2.2.3.2.	Validación y adquisición de datos de campo	9
2.2.4.	Integración de datos y adecuación cartográfica final	10
2.2.5.	Mapa y leyenda	10
2.2.5.1.	Explicación de la leyenda	10
2.2.5.2.	Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes	13
2.3.	Control de calidad.....	14
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón	15
III.	RESULTADOS.....	17
3.1.	Levantamiento de información.....	17
3.2.	Regiones y Dominios Fisiográficos.....	18
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....	21
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra	21
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina	21
3.2.6.	Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina.....	22

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico	23
3.3. Contextos Morfológicos.....	23
3.3.1. Paisajes glaciares	24
3.3.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	25
3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	25
3.3.4. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	25
3.3.5. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	26
3.3.6. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional).....	26
3.3.7. Medio aluvial de Sierra	26
3.3.8. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	26
3.3.9. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	27
3.3.10. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas	27
3.3.11. Medio aluvial amazónico	27
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	28
3.5. Descripción de geoformas.....	37
3.5.1. Fluvial	37
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	37
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	37
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3).....	38
3.5.1.4. Valle en V (E1)	38
3.5.1.5. Barranco (E2)	39
3.5.1.6. Garganta (E3)	40
3.5.1.7. Encañonamiento (E4).....	40
3.5.1.8. Terraza media (Tm)	41
3.5.1.9. Terraza alta (Ta)	42
3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)	42
3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	43
3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te).....	43
3.5.1.13. Terrazas indiferenciadas (Ti)	44
3.5.1.14. Superficie de cono de esparcimiento (Co1).....	44
3.5.1.15. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4).....	45
3.5.1.16. Testigo de cono de esparcimiento (CoT).....	46
3.5.1.17. Superficie de cono de deyección (Cd1)	47

3.5.2. Fluvio-lacustre	47
3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1)	47
3.5.3. Laderas	48
3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	48
3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	49
3.5.3.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	50
3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1)	51
3.5.3.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	52
3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1)	53
3.5.3.7. Vertiente rocosa (Lh3).....	53
3.5.3.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	54
3.5.3.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	55
3.5.3.10. Coluvión reciente (Col1)	55
3.5.3.11. Coluvión antiguo (Col2)	56
3.5.3.12. Macrocoluvión (Col3).....	57
3.5.3.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	58
3.5.4. Glaciar y periglacial	58
3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)	58
3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2).....	59
3.5.4.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)	59
3.5.4.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	59
3.5.4.5. Valle glaciar colgado (Gf5)	59
3.5.4.6. Rocas aborregadas (Gf7)	60
3.5.4.7. Laguna glaciar (Gf8)	60
3.5.4.8. Morrena lateral (Gd2).....	60
3.5.4.9. Morrena frontal, arco morrénico (Gd3)	61
3.5.4.10. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6).....	61
3.5.4.11. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial.....	61
3.5.4.12. Rocas en crestas y cuchillas	61
3.5.4.13. Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques	62
3.5.5. Estructural	62
3.5.5.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1).....	62
3.5.5.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2).....	63
3.5.5.3. Vertiente de mesa o meseta (Eh4).....	63
3.5.5.4. Superficie de cuesta (Ei1)	64
3.5.5.5. Superficie de cuesta disectada (Ei2)	65
3.5.5.6. Frente de cuesta (Ei3)	66
3.5.5.7. Vertiente de cuesta (Ei4)	66
3.5.5.8. Superficie de chevron (Ei5)	67

3.5.5.9.	Frente de chevron (Ei6)	68
3.5.5.10.	Vertiente de chevron (Ei7)	69
3.5.5.11.	Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)	69
3.5.5.12.	Restos de superficie estructural (Esr)	70
3.5.6.	Tectónico-erosivo	71
3.5.6.1.	Relieve colinado muy bajo (Rt2)	71
3.5.6.2.	Relieve colinado bajo (Rt3)	71
3.5.6.3.	Relieve colinado medio (Rt4)	72
3.5.6.4.	Relieve colinado alto (Rt5)	73
3.5.6.5.	Relieve colinado muy alto (Rt6)	74
3.5.6.6.	Relieve montañoso (Rt7)	75
3.5.7.	Poligénicas	76
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1)	76
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	77
3.5.7.3.	Superficie horizontal disectada (Sh3)	78
3.5.7.4.	Superficie inclinada (Si2)	78
3.5.7.5.	Superficie inclinada disectada (Si3)	79
3.5.7.6.	Abrupto de superficie inclinada (Si4)	80
3.5.7.7.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	80
3.5.7.8.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	80
3.5.7.9.	Macizo rocoso	81
3.5.7.10.	Afloramientos rocosos	81
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	82
V.	BIBLIOGRAFÍA	85
5.1.	Referencias generales	85
5.2.	Bibliografía citada	86

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

ANEXO II. CÓDIGOS DE FICHAS DE CAMPO LEVANTADAS EN EL CANTÓN

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.....	11
Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Santiago	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago.....	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Santiago	23
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	28
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio dentro del área continental	2
Figura 2.1. Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.....	5
Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos	14
Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Santiago.....	15
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Santiago	17
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago	18

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector San Francisco de Chinimbimi	37
Fotos 3 y 4. Terraza baja y cauce actual. Sector San Francisco de Chinimbimi	38
Foto 5. Barranco. Sector Yuca	39
Foto 6. Encañonamiento. Sector Sur del cantón Santiago	41
Foto 7. Terraza media. Sector Tayusa	41
Foto 8. Terraza alta. Sector Tayusa	42
Fotos 9 y 10. Vertiente o abrupto de terraza. Sector Santiago de Méndez	43
Fotos 11 y 12. Terraza indiferenciada. Sector Centro Panía	44
Foto 13. Superficie de cono de esparcimiento. Sector Tayusa.....	45
Fotos 14 y 15. Abrupto de cono de esparcimiento. San Francisco de Chinimbimi.....	46
Fotos 16 y 17. Testigo de cono de esparcimiento. Sector San Luis de Ininkis	47
Foto 18. Depresión lagunar. Sector Chupianza Grande	48
Fotos 19 y 20. Vertiente rectilínea. Sector Nuevo Triunfo y Agua Chica	49
Fotos 21 y 22. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector El Carmen	50
Fotos 23 y 24. Vertiente rectilínea con abruptos. Sector La Libertad.....	51
Fotos 25 y 26. Vertiente abrupta. Sector Chapinait	52
Foto 27. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Singuintza.....	54
Fotos 28 y 29. Coluvión reciente. Sector Panía	56
Fotos 30 y 31. Coluvión antiguo. Sector Bella Unión.....	57
Foto 32. Superficie de mesa o meseta. Sector Plan Grande.....	62
Fotos 33 y 34. Vertiente de mesa o meseta. Plan Grande	64
Fotos 35 y 36. Superficie de cuesta. Sector Patuca	65
Fotos 37 y 38. Superficie de cuesta disectada. Sector las Lomas de Panecillo Tetsu Naint...65	
Fotos 39 y 40. Frente de cuesta. Sector Loma Peña Blanca	66
Fotos 41 y 42. Vertiente de cuesta. Sector Singuintza.....	67
Fotos 43 y 44. Superficie de chevron. Sector Tayusa.....	68
Foto 45. Frente de chevron. Sector Francisco de Chinimbimi.....	69
Fotos 46 y 47. Relieves escalonados en capas inclinadas. Sector Tayusa y Santiago de Méndez	70
Fotos 48 y 49. Restos de superficie estructural. Sector Piankas	71
Fotos 50 y 51. Relieve colinado bajo. Sector San Francisco de Chinimbimi	72
Fotos 52 y 53. Relieve colinado medio. Sector Chinganaza Nuevo.....	73

Fotos 54 y 55.	Relieve colinado alto. Sector Nuevo Triunfo	74
Fotos 56 y 57.	Relieve colinado muy alto. Sector San Simón Ipiakuim y Bella Unión	75
Fotos 58 y 59.	Relieve montañoso. Sector Copal	76
Fotos 60 y 61.	Coluvio-aluvial reciente. Sector La Dolorosa.....	77
Fotos 62 y 63.	Coluvio-aluvial antiguo. Sector Patuca.....	78
Foto 64.	Superficie inclinada. Sector Chupianza Grande	79

I. INTRODUCCIÓN

El 1 de febrero de 2011, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo suscribieron el Contrato de Préstamo 2461/OC-EC, cuyo objetivo es la implantación en todo el país de un sistema eficiente de gestión de catastro y registro de la propiedad de la tierra rural, con el objetivo de brindar seguridad jurídica a los derechos de propiedad, apoyar la aplicación de políticas tributarias de los cantones, y proveer información para la planificación de ordenamiento territorial del área rural.

El proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

Actualmente, el proyecto gestiona, entre otros, los siguientes componentes:

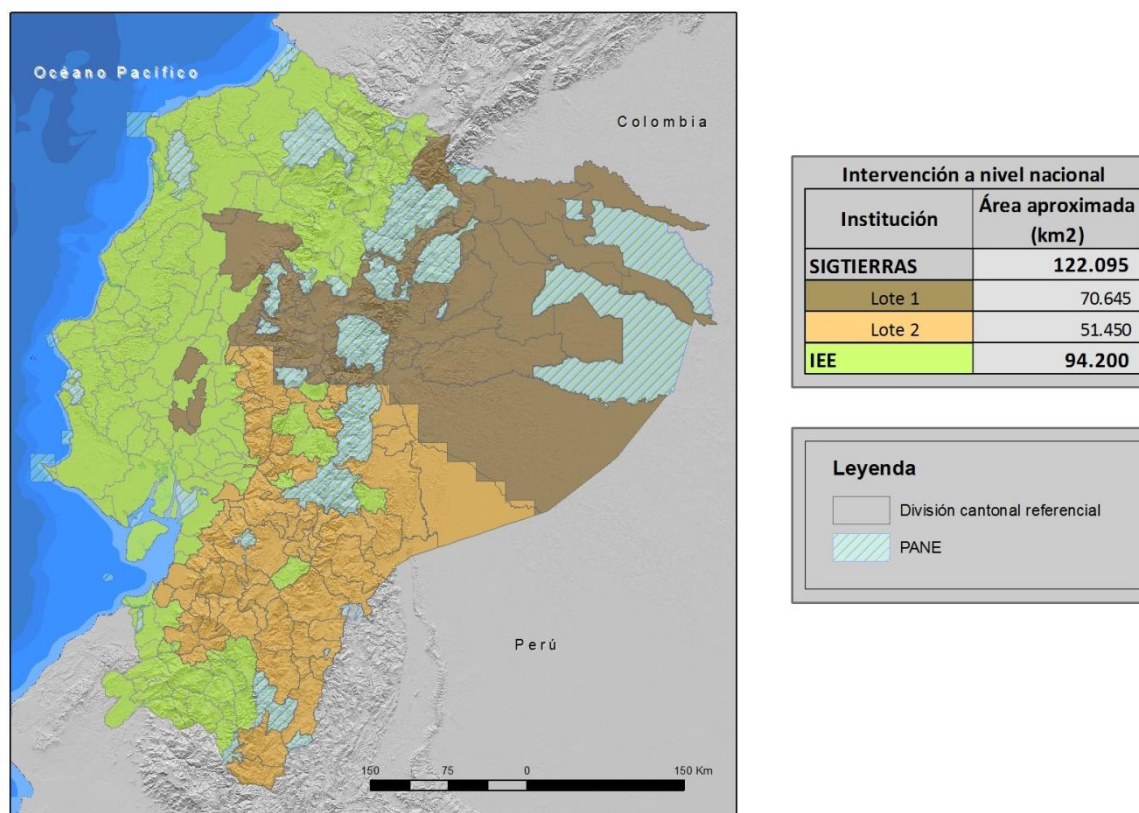
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación para la valoración predial.
- Puesta en marcha del nuevo sistema SINAT.

Dentro del componente de cartografía temática, en una labor conjunta con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), MAGAP-SIGTIERRAS genera cartografía temática a escala 1:25.000 de las siguientes temáticas:

1. Cobertura y uso de la tierra
2. Sistemas productivos
3. Geomorfología
4. Suelos
5. Capacidad de uso de la tierra
6. Dificultad de labranza
7. Zonas homogéneas de cultivos
8. Peligros volcánicos
9. Accesibilidad a la red vial
10. Accesibilidad a infraestructura de acopio y facilidades agrícolas
11. Accesibilidad a centros económicos importantes
12. Zonas homogéneas de accesibilidad

Este levantamiento se ejecuta por parte de MAGAP-SIGTIERRAS dentro del territorio continental no intervenido ya anteriormente (áreas a cargo del IEE) y excluyendo las áreas protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), organizado en dos lotes de acuerdo a la siguiente figura (Figura 1.1).

Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio dentro del área continental.



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de 122.095 km², cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de Labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado la actualización de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la Red Vial, a Infraestructuras de Acopio y Facilidades Agrícolas, a Centros Económicos Importantes y Zonas Homogéneas de Accesibilidad.

El proyecto, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, consta de dos LOTES, según consta en la Figura 1.1:

- i. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km²; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km² y en ambos se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

Los dos lotes fueron adjudicados al Consorcio TRACASA-NIPSA (CTN) mediante los Contratos de Servicios de Consultoría Nos. UE MAGAP-PRAT-105-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lote 1 y UE MAGAP-PRAT-106-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000, Lote 2, ambos con fecha 9 de diciembre de 2013.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

El proyecto de Levantamiento de Cartografía Temática (LCT) tiene como objetivos generales, entre otros, los siguientes:

- Identificar la calidad del suelo de todo el país.
- Identificar sus mejores usos: cultivos más productivos y tecnologías más adecuadas para el territorio.
- Apoyar al mejor uso y aprovechamiento de los recursos vegetales del territorio y contribuir a elevar su productividad agropecuaria.
- Apoyar la planificación y el ordenamiento territorial a nivel parroquial, cantonal, municipal y provincial.

La Cartografía Geomorfológica, dentro de los objetivos generales del conjunto del proyecto, aporta las bases de conocimiento del paisaje físico y constituye uno de los principales insumos para el levantamiento edafológico, formando con éste la componente Geopedológica. De hecho, para entender los procesos de formación de suelos se ha de disponer de un profundo conocimiento de su entorno geomorfológico. La geopedología, por lo tanto, se entiende como la integración de la geomorfología y la pedología usando como herramienta la primera para mejorar y acelerar los levantamientos de suelos, así como para implementar un modelo espacial que facilite su caracterización y permita establecer sus posibles relaciones con el paisaje.

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

- Generar una cartografía y base de datos asociada que permitan comprender el territorio de estudio desde el punto de vista de su relieve y paisaje físico.
- Categorizar el territorio, a través de un sistema jerárquico, en unidades que presentan rasgos y características comunes según la escala de análisis realizada. De más general a más particular, el territorio queda definido por diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos, Contextos Morfológicos y Geoformas (o Unidades Geomorfológicas), categoría ésta última que supone la de mayor detalle de las consideradas.
- Disponer de una cartografía de referencia que, además de su utilidad para el levantamiento edafológico, constituya un elemento de referencia para otras actividades del proyecto y una fuente de información fundamental para la implementación de planes, programas y proyectos con incidencia en el territorio.

1.3. Antecedentes de este estudio

El Gobierno del Ecuador requirió disponer entre sus estrategias, a finales de la década pasada, de un conjunto de geoinformación que contribuyera a la gestión territorial, mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria. El proyecto de Generación de Geoinformación fue declarado prioritario por el Gobierno Nacional, en consideración a la necesidad de contar con información fundamental actualizada sobre aspectos edáficos, hidrológicos, climáticos y socioeconómicos, importantes para el desarrollo del país. El estudio geomorfológico queda incluido como una de las actividades del proyecto.

SIGTIERRAS, Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), gestiona la construcción de una base de datos de tierras rurales y se encarga de obtener y proporcionar información para la planificación del desarrollo nacional, el ordenamiento territorial y las decisiones estratégicas para el área rural, entre otras funciones. Desde 2013 es responsable de continuar con el proyecto de Cartografía Temática, iniciado unos años antes.

La generación de geoinformación, con metodología y planteamientos que en gran parte se continúan en este proyecto, fue comenzada por CLIRSEN (actualmente IEE, Instituto Espacial Ecuatoriano) en 2009, en coordinación con SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). Ese mismo organismo ya había llevado a cabo diversos estudios geomorfológicos con anterioridad, que seguían, a grandes rasgos, las pautas establecidas en trabajos anteriores generados en el convenio PRONAREG-ORSTOM.

El PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria), del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, fue un programa que trabajó en los años 70 y 80 del pasado siglo XX, para realizar el inventario socioeconómico y de los recursos naturales renovables, en el que colaboró la institución francesa ORSTOM (*Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer*). Consecuencia de esta colaboración fueron los mapas morfopedológicos (escalas 1:200.000 y 1:500.000), realizados entre los años 1979 a 1984, destacada fuente de información territorial a pequeña-mediana escala. La colaboración PRONAREG-ORSTOM culminó, en lo que se refiere específicamente a la relación entre paisaje, geomorfología y suelos, con la publicación "Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador" (IPGH, ORSTOM e IGM, 1997, bajo la coordinación científica de A. Winckell). En dicha publicación, además, se incluye el Mapa de *Paisajes Naturales del Ecuador* a escala 1:1.000.000. Este trabajo es, desde su aparición, la principal referencia a nivel nacional en las temáticas geomorfológica y geopedológica.

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

El área general de trabajo se localiza en el territorio nacional continental, siendo la unidad de estudio el cantón.

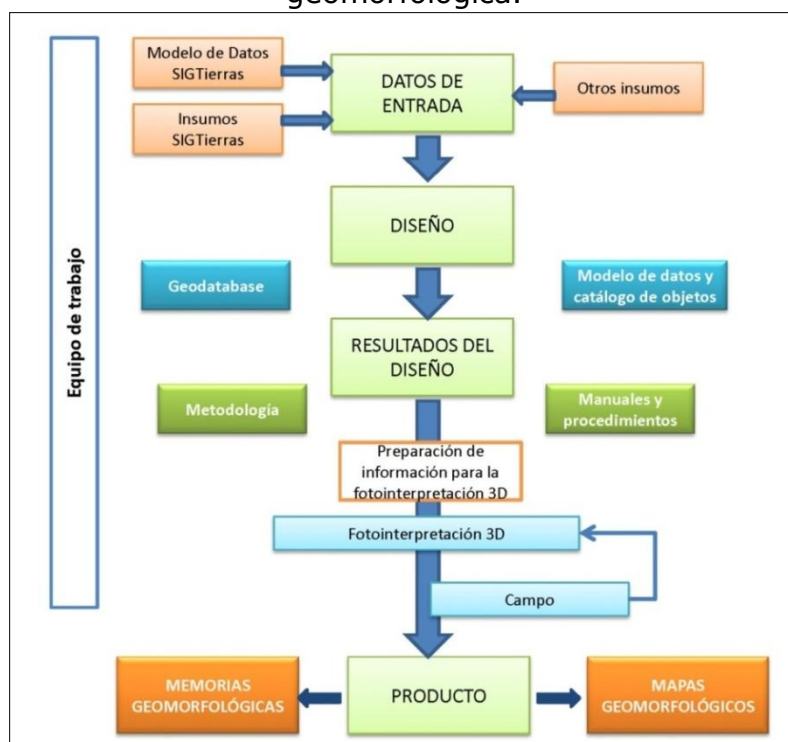
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- Escala: 1: 25.000
- Nivel de Estudio: semi-detallado
- Unidad mínima de mapeo: 1 ha
- Sistema espacial de referencia: SIRGAS UTM Zonas 17S y 18S
- Formato digital de entrega: *.gdb
- Insumos básicos: ortofotos, modelo digital del terreno (MDT), mapas geológicos, de paisaje, geomorfológicos y morfopedológicos
- Técnica: fotointerpretación geomorfológica digital 3D
- Campo: comprobación de unidades geomorfológicas interpretadas
- Productos a entregar: mapa temático y memoria técnica geomorfológica

2.2. Etapas metodológicas

Los principales procesos llevados a cabo en las fases de diseño y producción de la cartografía geomorfológica se esquematizan en la figura 2.1.

Figura 2.1. Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.



Fuente: CTN

En los siguientes subapartados, se sintetizan las principales actividades y tareas que se han llevado a cabo para cubrir los objetivos del estudio geomorfológico y para la obtención de los diferentes productos de que consta.

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

- Preparación de los insumos básicos: MDT y ortofotos (en áreas no cubiertas por ortofotos se utilizan distintos tipos de imágenes satelitales).
- Preparación y obtención de información auxiliar: red de drenaje, mapa de pendientes y mapa de sombras con efecto 3D a partir del MDT (*hillshade*).
- Revisión de otros levantamientos y cartografías preexistentes y de su disponibilidad: mapas morfológicos, geológicos, morfopedológicos, mapas topográficos y mapas de curvas de nivel, principalmente.

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

En algo más del 90% del área de estudio, se dispone de MDT y ortofotos, facilitados por SIGTIERRAS. En estas zonas, se procede directamente a construir el modelo estéreo sintético por carta 1:50.000.

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km²), se utilizan los fotogramas de los vuelos 1:60.000 del IGM y se procede a su aerotriangulación con el apoyo de la cartografía 1:50.000, finalizando mediante un proceso de correlación hasta obtener el MDT; b) en pequeñas zonas y pasillos sin MDT ni ortofotos (que suponen alrededor de 480 km²), se genera el MDT utilizando la información de las curvas de nivel de la cartografía 1:50.000 y otros MDT disponibles, de tal forma que queden en continuidad con el resto del territorio colindante.

En las zonas no cubiertas por ortofotos, se dispone de alguna de las siguientes imágenes satelitales: Rapideye, Spot 6, VHR, WorldView-1 y WorldView-2.

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

- Cartografía geológica. La base principal de esta información procede de la cartografía geológica del INIGEMM (Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico), a escalas 1:100.000 (Sierra y Costa) y 1:250.000 (Oriente). Dicha cartografía geológica fue proporcionada al inicio de este proyecto, en febrero de 2014, por el mencionado organismo, competente en el levantamiento y difusión de dicha información, y que constituye el principal referente de tal información.
La mayoría de estos mapas están publicados por instituciones antecesoras al INIGEMM, organismo que asume desde 2009 las competencias referidas a la generación de información geológica del país y que con anterioridad fue denominado DGGM (Dirección General de Geología y Minas) y CODIGEM

(Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica). Otros organismos, como INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), también participaron en la publicación de algunas de estas cartas.

Asimismo, se han utilizado otras fuentes de información en función de la situación del área a fotointerpretar, de la disponibilidad de cartografías geológicas públicas y de carácter oficial, y de que dichas cartografías cubrieran, bajo criterios homogéneos, una extensión significativa de territorio. Los mapas geológicos de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (años 1982 y 1993), el Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador (escala 1:200.000, años 1997 y 1998) y el Mapa Geológico de la Cordillera Oriental (escala 1:500.000, año 1994), preparados y publicados por la CODIGEM con la colaboración de organismos británicos, han sido otras fuentes de información geológica adicionales.

- Mapas geomorfológicos, morfopedológicos y de suelos, realizados por PRONAREG-ORSTOM, a escala 1:200.000 (Costa y Sierra) y 1:500.000 (Amazonía), realizados entre los años 1979 y 1984.
- Mapas de sombras con efecto 3D, elaborado a partir del MDT y el modelo *hillshade* de ArcMap.
- Red de drenaje generada a partir del MDT, con ayuda de la delimitada en la cartografía a escala 1:5.000. Las herramientas que se utilizan para su obtención son ArcGIS 10, ArcHydro y ETGeowizard.
- Mapa de pendientes. Información generada a partir del MDT (de 3 metros en Sierra, 4 metros en Costa y 5 metros en Amazonía).
- Mapa de Paisajes Naturales del Ecuador, escala 1: 1.000.000 (Winckell, 1997), cartografía que ha servido de base para establecer el sistema de jerarquía del relieve en que se estructura la información geomorfológica.
- Mapa topográfico 1:50.000. Mapa en formato *raster*, que sirve de referencia para una primera comprensión del relieve y sus formas más características, así como para conocer la extensión de la red vial. Además, proporciona la información básica sobre la toponimia.
- Curvas de nivel de los mapas topográficos 1:50.000. Esta información, en formato vectorial, sirve para una primera contextualización del mapa, como una ayuda a la delimitación de recintos y una herramienta adicional para comprobación o corrección de ciertos parámetros (pendientes, desnivel relativo, longitud de vertiente) que caracterizan a dichos recintos.

2.2.2. Fotointerpretación

La fotointerpretación es la técnica básica de adquisición de información para la elaboración del mapa geomorfológico. Consiste en la subdivisión del territorio en Unidades Geomorfológicas, o Geoformas, entendidas éstas como porciones del paisaje identificables respecto a las de su entorno inmediato y que presentan características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre el que se asienta).

La metodología se basa en la generación de información básica, obtenida a partir de la fotointerpretación digital 3D con los insumos principales (MDT y ortofotos) y tomando como referente los insumos complementarios anteriormente citados.

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.
- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado.

La asignación de atributos a cada una de las geoformas delimitadas permite caracterizarlas a través de una serie de rangos o variables específicos de cada atributo, definidas previamente. Los atributos considerados son los siguientes:

- Nombre de la geoforma.
- Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico (atributos relacionados con las unidades jerárquicas de relieve en que se encuadra la geoforma).
- Génesis (grupo genético, o tipo de modelado, al que pertenece cada tipo de geoforma).
- Formación geológica y litología.
- Forma de la cima, forma de la vertiente y forma del valle (atributos morfológicos).
- Desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente (atributos morfométricos).
- Forma de drenaje y densidad de drenaje (atributos relacionados con el drenaje superficial).

Las principales características de cada uno de estos atributos y los rangos o valores que pueden tomar se detallan en el Anexo IV: Atributos de las geoformas.

Cada geoforma delimitada, tal como se explica en dicho Anexo IV, se encuadra en un sistema jerárquico de relieve y paisaje, que contempla tres niveles u órdenes. De más general a más particular son:

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

- Definición de puntos para su posterior comprobación sobre el terreno y definición de itinerarios (*tracks*) a realizar en campo.
- Revisión cartográfica de los polígonos (delimitación y topología), su empate con hojas adyacentes y la correcta asignación de atributos de todos los polígonos, mediante las reglas y criterios de validación establecidos.

2.2.2.1. Software empleado

El sistema de trabajo se basa en la tecnología ArcSDE (motor de base espacial), un componente básico de ArcGIS Server. Gestiona los datos espaciales en un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) y le permite acceder a los clientes de ArcGIS. Los fotointérpretes trabajan sobre la misma *Geodatabase* (GdB), de tal manera que cada nuevo recinto digitalizado aparece reflejado inmediatamente en la GdB y el resto de fotointérpretes lo puede visualizar.

La herramienta de producción de la cartografía geomorfológica se fundamenta en la combinación de *Purview* y *Vector Factory*, ambas integradas en ArcGis. La herramienta *Purview* permite la visión tridimensional, así como editar y digitalizar en 3D de forma directa. *Vector Factory* facilita, desde una pantalla táctil, la ejecución y enlace de múltiples comandos y opciones, reduciendo sensiblemente el número de clics por parte del operador.

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

Obtenidos los mapas preliminares, se procede a realizar el trabajo de campo con el objetivo de verificar *in situ* las unidades geomorfológicas cartografiadas y sus atributos.

La actividad en el campo consiste en realizar recorridos, principalmente a través de ejes viales transitables en vehículo 4x4, complementados con desplazamientos a pie, con el objetivo de caracterizar los puntos de comprobación prefijados y adecuar la cartografía preliminar. Es primordial encontrar sitios con afloramientos donde se pueda verificar la relación Unidad Geomorfológica y tipo de roca o depósito superficial, visitando el mayor número posible de tipos de unidades geomorfológicas.

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

- Visita a los puntos definidos en el itinerario y descripción de los mismos mediante ficha de campo, incorporada a la *tablet* (ver Anexo I). Verificación de atributos asignados en gabinete y corrección de los mismos, en su caso.
- Generación de documentación asociada (itinerarios o "*tracks*" y puntos de observación georreferenciados directamente a partir de la *tablet*, así como toma de fotografías con el mismo dispositivo).

- Ubicación de afloramientos existentes para la descripción del macizo rocoso o depósito superficial (en la misma ficha).
- Toma de muestras si resulta necesario.
- Identificación de unidades geomorfológicas no interpretadas o dudosas.

En ciertos cantones pueden no existir fichas de campo, debido a la imposibilidad de recorrerlos por ausencia de viales transitables en la época prevista de realización de la campaña de campo. En estas situaciones, se tomó en consideración para la fotointerpretación y la asignación de los correspondientes atributos las fichas levantadas en otros cantones limítrofes o próximos, que guardaran relación morfológica con el cantón en el que dichos recorridos no pudieron llevarse a cabo.

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

La información recopilada en campo se procesa en gabinete. Para ello, se ingresa en el sistema la información recogida en el dispositivo de campo (*tablet*) y se procede a la corrección y ajuste de unidades geomorfológicas. Complementariamente, se prepara un reporte interno con las principales incidencias (fecha de visita de la hoja u hojas validadas, calidad y cobertura de la infraestructura vial, porcentaje de puntos visitados sobre el total previsto, adecuación del equipamiento y material de campo, etc.).

2.2.5. Mapa y leyenda

Una vez finalizadas las etapas anteriores, se procede a la preparación de la salida cartográfica.

Como pasos finales, se ingresan los límites constantes a la fotointerpretación: base topográfica, cuerpos de agua, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) y límites cantonales. Se prepara el *layout* (composición del plano para la salida gráfica) y se ajusta el diseño para su impresión en PDF o papel. La salida cartográfica se realiza por hoja 1:50.000 y por cantón.

En el esquema geológico del *layout* los polígonos menores a 70 ha aparecen con el color correspondiente a su edad geológica pero no se etiquetan ni se muestran en la leyenda de formaciones.

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

En la leyenda del mapa aparecen las distintas geoformas identificadas en el territorio que representa el mapa, ordenadas según génesis (grupos y, en su caso, subgrupos). A todas las geoformas se les asigna una clave identificativa única (de entre 2 y 4 caracteres), colores que ayuden a identificarlas en relación al grupo o subgrupo genético en el que se encuadran y, en el caso de geoformas que llevan depósitos superficiales asociados, una trama.

En el Anexo III se presenta un glosario de todas las geoformas contempladas en el proyecto.

El número de grupos genéticos considerados en el área de estudio del proyecto suponen un total de trece. Algunos de ellos presentan, además, subdivisiones que aglutinan geoformas con rasgos morfológicos similares o que obedecen a procesos formadores muy análogos. Los grupos y subgrupos considerados se presentan en el Cuadro 2.1. Las principales características de estos trece grupos genéticos se recogen en el Anexo IV (Atributos de las geoformas).

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
FLUVIAL	Valles fluviales y formas relacionadas con predominio de sedimentación	Valle fluvial, llanura de inundación	F1
	Encajamientos e incisiones fluviales	Barranco	E2
	Canales fluviales	Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	C2
	Terrazas	Terraza media	Tm
	Conos de esparcimiento	Superficie de cono de esparcimiento disectado	Co2
	Conos de deyección	Superficie de cono de deyección disectado	Cd3
	Otras formas	<i>Badlands</i>	Fb1
FLUVIO-LACUSTRE	En valles-terrazas	Áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas	Fl1
	En otros ambientes	Depresión lagunar	Fo1
LADERAS	Laderas rectilíneas	Vertiente rectilínea con salientes rocosos	Lr3
	Laderas abruptas	Vertiente abrupta con fuerte disección	La2
	Laderas heterogéneas y otras morfologías	Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lh4
	Depósitos de ladera	Coluvión antiguo	Col2
	Piedemonte	Glacis de esparcimiento	Pd1
GLACIAR Y PERIGLACIAR	Formas glaciares	Circo glaciar	Gf1
	Depósitos glaciares	Morrena de fondo	Gd1
	Periglaciar	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar	Gp3

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas (continuación).

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
VOLCÁNICO	Antiguos edificios	Pitones o agujas volcánicas	Va2
	Conos inactivos	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	Vci1
	Conos activos	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	Vca3
	Formas asociadas a conos	Rampas de piedemonte de cono volcánico	Vc8
	Domos	Domo volcánico	Dom
	Relieves diversos	Relieve volcánico colinado alto	Rv10
MARINO	Depósitos actuales	Playa marina	Mac1
KÁRSTICO	-	Dolina, campo de dolinas	Kt6
METEORIZACIÓN	-	Colinas en media naranja	Met1
EÓLICO	-	Campo de dunas	Eod2
ESTRUCTURAL	Capas horizontales	Superficie de mesa o meseta	Eh1
	Capas inclinadas	Frente de cuesta	Ei3
	Capas subverticales	Barra o cresta estructural	Esv
	Capas plegadas	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	Epl
	Superficies residuales	Restos de superficie estructural	Esr
	En materiales volcánicos	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	Ev1
TECTÓNICO-EROSIVO	-	Relieve colinado medio	Rt4
POLIGÉNICAS	Coluvio aluvial	Coluvio-aluvial reciente	Coa1
	Superficies de erosión y planicies intermontanas	Planicie intermontana	SP3
	Superficies horizontales	Superficie horizontal disectada	Sh3
	Superficies inclinadas	Abrupto de superficie inclinada	Si4
	Altas superficies	Superficie alta disectada	Sa2
	Relieves residuales	Cerro testigo	Rr4
	Aristas, divisorias e interfluvios	Interfluvio de cimas redondeadas	Ar1
	Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1
OTRAS	-	Superficie intervenida	O5

Fuente: CTN

2.2.5.2. Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes

En estos tres esquemas, a escala 1:250.000, se recoge información complementaria al mapa principal. Dicha información cartográfica se elabora, para su adecuada lectura y representación, mediante un proceso de generalización cartográfica.

El esquema de *Relieve y Paisaje* presenta los Contextos Morfológicos identificados en el área del mapa. En el Anexo IV (Atributos de las geoformas, epígrafe 1) se explica el sistema de jerarquía de relieve adoptado, en el que los Contextos Morfológicos representan uno de los niveles u órdenes contemplados, así como la relación de todos ellos y su inclusión en los diferentes Dominios Fisiográficos y Regiones.

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia. Por otro lado cabe aclarar que las edades han sido asignadas conforme lo determina la cartografía 1:100.000 y por ende los cuerpos intrusivos posteriormente datados por el CODIGEM-BGS (a diferentes escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

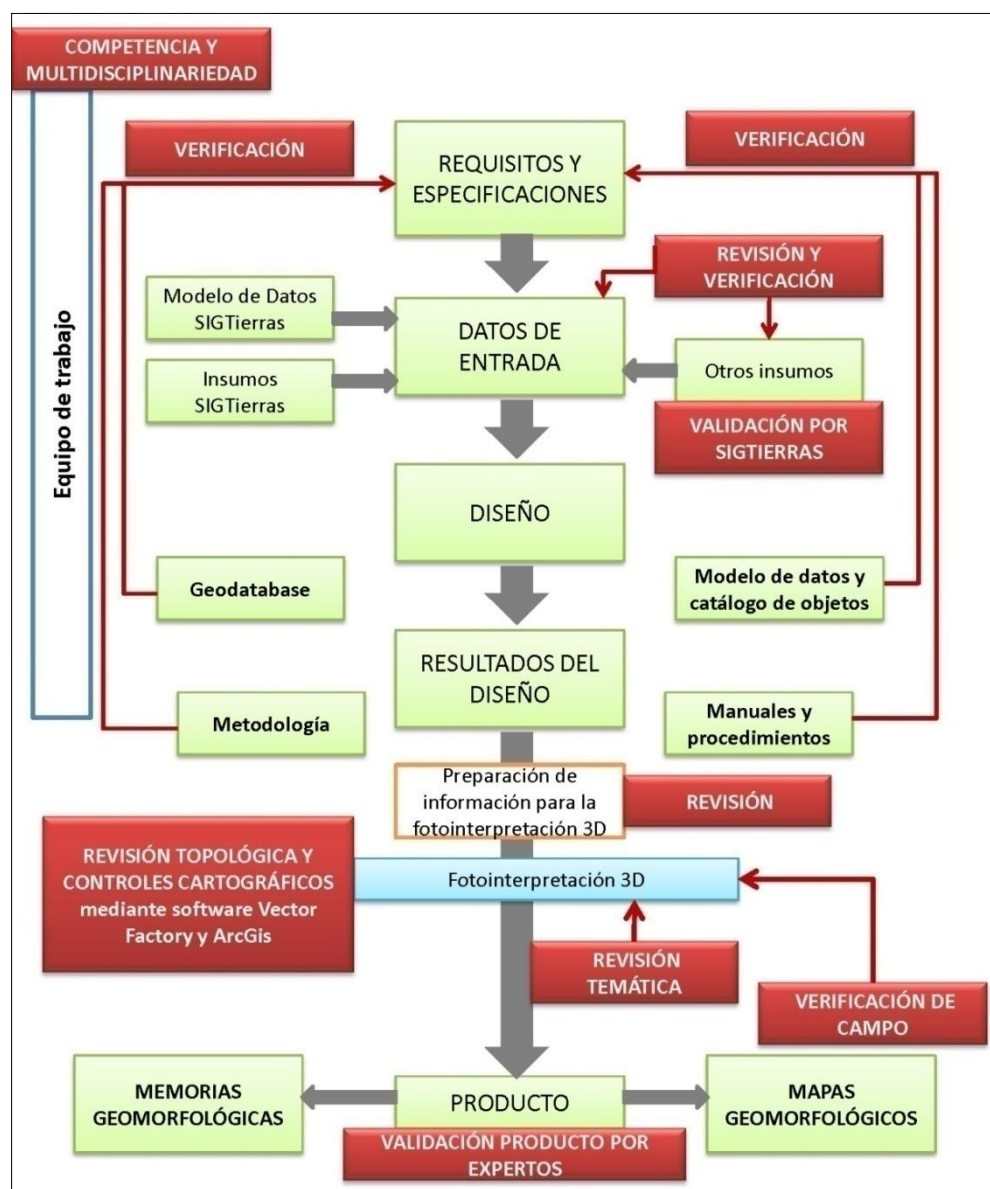
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica con mayor detalle las denominaciones empleadas y su significado.

El esquema de *Pendientes* recoge los distintos rangos de inclinación existentes en el área, expresados en porcentaje. La denominación de los diferentes rangos de pendiente y su inclinación porcentual son: plana (de 0 a 2%), muy suave (de más de 2% a 5%), suave (de más de 5% a 12%), media (de más de 12% a 25%), media a fuerte (de más de 25% a 40%), fuerte (de más de 40% a 70%), muy fuerte (de más de 70% a 100%) y escarpada (más de 100%).

2.3. Control de calidad

La Gestión de Calidad en los trabajos de cartografía geomorfológica se enmarca y es coherente con el Plan de Calidad del conjunto del proyecto del que forma parte. Dicho Plan de Calidad afecta a todos los procesos y productos del trabajo y señala los principales hitos que debe cumplir para cada una de las temáticas, cuyas relaciones con los principales procesos se muestran en la Figura 2.2.

Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos.



Fuente: CTN

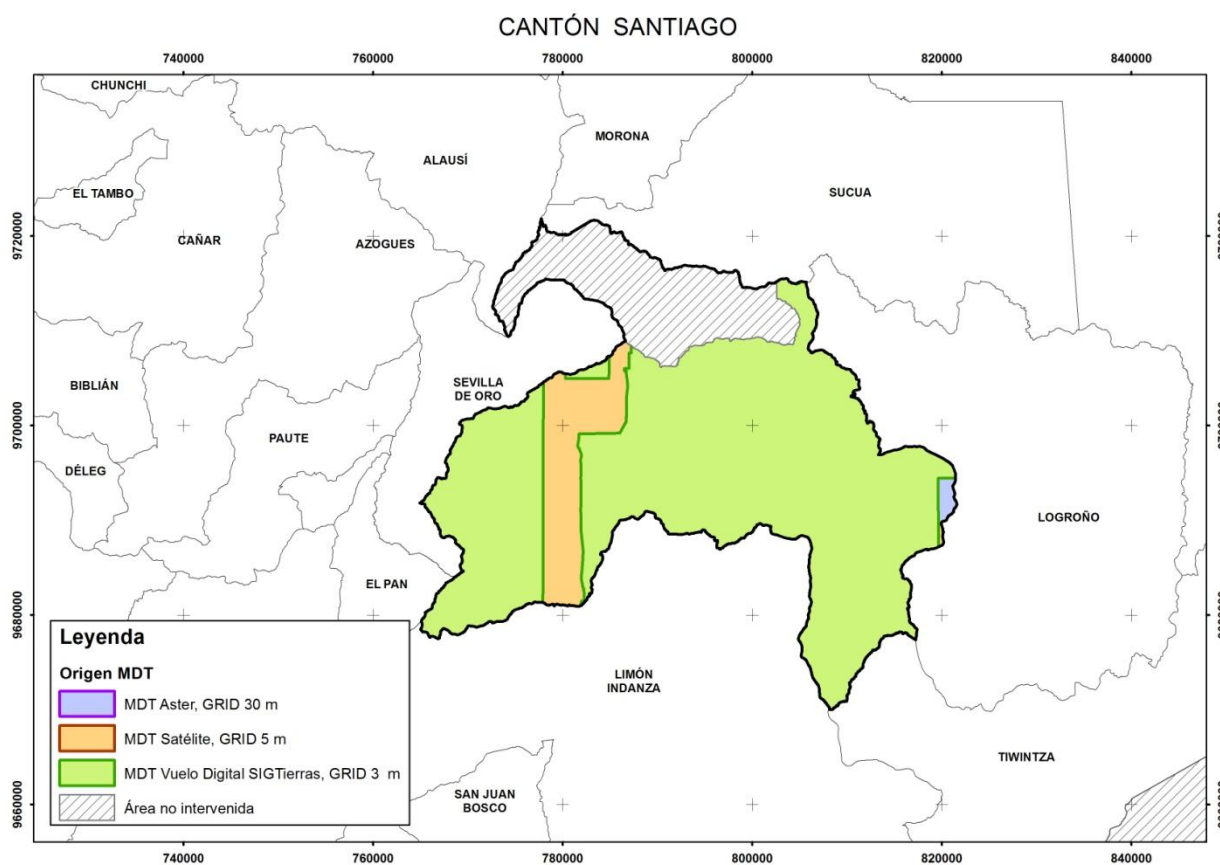
Estos hitos son los siguientes:

- Competencia y equipo de trabajo multidisciplinar para llevar a cabo las tareas y actividades previstas. Además de la adecuada selección de personal, se ha llevado a cabo la capacitación oportuna para homogeneizar criterios y enseñar el manejo de las herramientas de trabajo.
- Revisión y verificación de la disponibilidad de los datos de entrada (insumos básicos e insumos complementarios).
- Verificación de que todos los productos obtenidos en la fase de diseño (Geodatabase, Modelo de Datos y Catálogo de Objetos; Metodología; Manuales y Procedimientos) se adecúan a los requisitos y especificaciones.
- Control topológico y coherencia cartográfica.
- Control de calidad temática, tanto a lo largo del proceso de fotointerpretación como a la finalización del mismo.

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

Se ha utilizado el conjunto de la información referida en los apartados 2.2.1.1 (Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes) y 2.2.1.2 (Insumos complementarios). En lo que respecta a los insumos de base de generación de los MDT, en el cantón Santiago se han utilizado los que aparecen en la Figura 2.3.

Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Santiago.



Fuente: CTN

En lo referente a la información geológica, las principales fuentes de información utilizadas han sido:

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Azogues (Hoja 73), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica), 1996. Hoja Geológica: Méndez (Hoja 92), esc. 1:100.000. *CODIGEM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1. 000.000. *CODIGEM*. Quito.

Para la ubicación general y la toponimia del cantón, se emplearon las hojas topográficas a escala 1:50.000 proporcionadas por el IGM (Instituto Geográfico Militar), recogidas en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Santiago.

Código	Cartas Topográficas
ÑV_C4	Taday (Cola de San Pablo)
ÑV_D3	Guarumales
ÑV_D4	Logroño
ÑV_E2	Guachapala
ÑV_F1	Santiago de Méndez
ÑV_F2	Tayuza
ÑV_E4	Mariano Moreno
ÑV_F3	Limón
ÑV_F4	San Simón de Ipiakuim

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

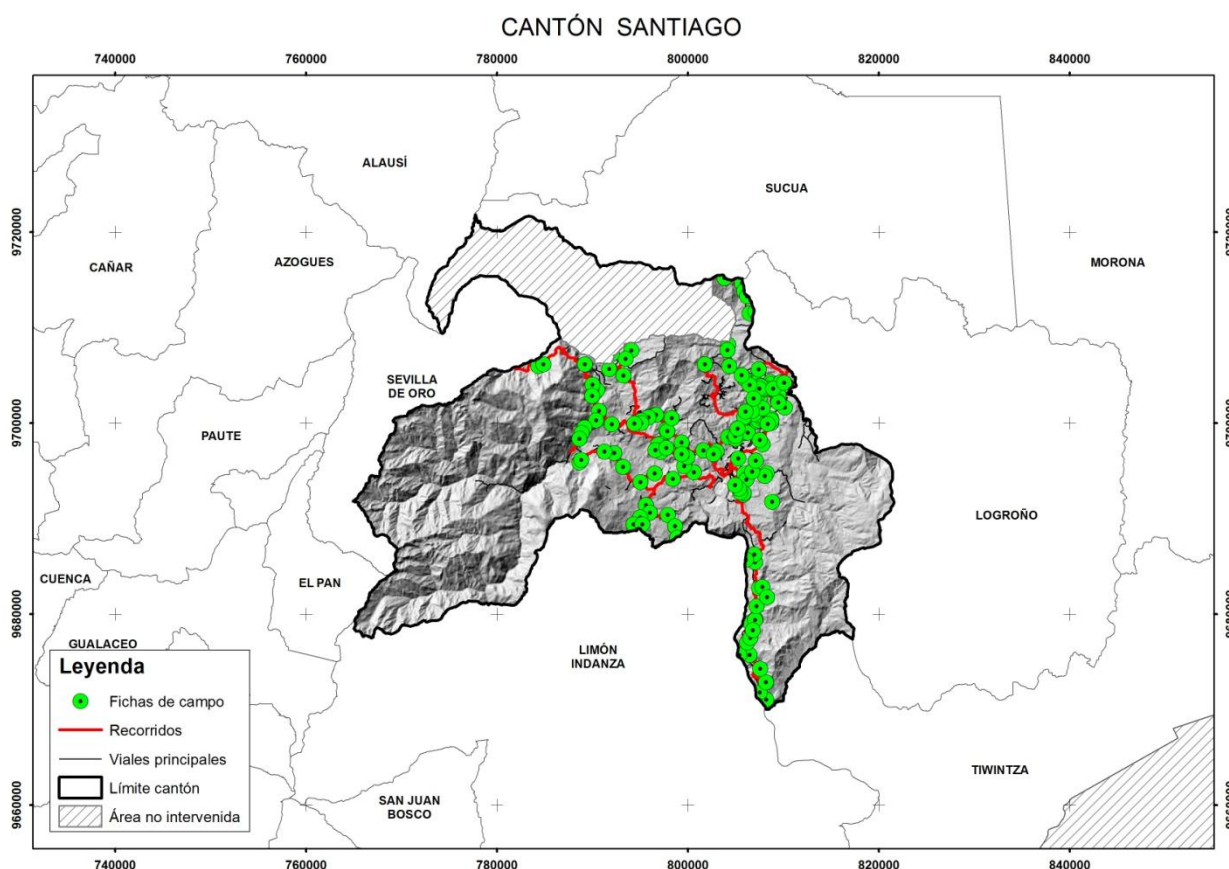
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Santiago se realizó entre los días 5 al 9 de agosto, el 19 de agosto y del 23 al 27 de agosto de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 154 fichas de campo (Figura 3.1 y Anexo II).

Toda esta información se ingresó en una base de datos *SQL Server*, en la que igualmente queda registrada la cartografía digital.

Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Santiago.



Fuente: CTN

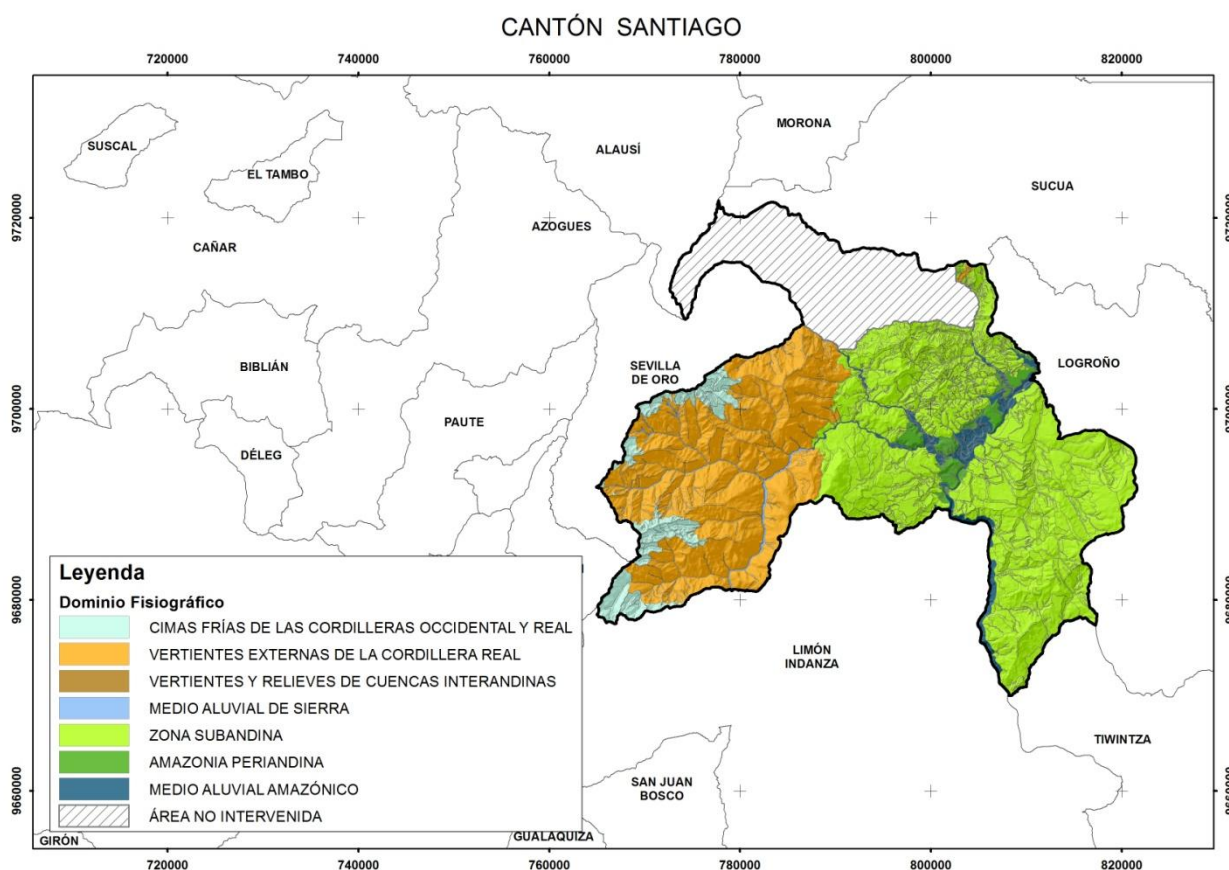
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Santiago tiene 1.401 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.210 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Amazonía y en cada una de estas regiones se diferencian cuatro y tres dominios fisiográficos respectivamente. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago.



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	67 km ²	5,5%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	419 km ²	34,6%
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	<1 km ²	<0,1%
	Medio aluvial de Sierra	9 km ²	0,8%
AMAZONÍA	Zona Subandina	641 km ²	53%
	Amazonía Periandina	28 km ²	2,4%
	Medio aluvial amazónico	45 km ²	3,7%

(*) Superficies y porcentajes referidos a la zona de estudio dentro del cantón

Fuente: CTN

3.2.1. Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos– y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm.

En el cantón Santiago este dominio se ubica en la zona occidental, entre los 3.700 y los 2.900 msnm, este dominio está completamente emplazado en la Cordillera Real. Ocupa un área de 67 km² aproximadamente y está representado mayormente por rocas metamórficas de edad Paleozoica. Presentan un modelado dominado por geoformas de génesis glaciar y periglacial, con pendientes predominantes fuerte y muy fuerte. Los contextos que aparecen en este dominio son: *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

Las Vertientes externas de la Cordillera Real constituyen el dominio fisiográfico situado entre el de Cimas frías y la Zona Subandina de la región Amazonía. Da lugar, en conjunto, a menores desniveles que el dominio equivalente de la Cordillera Occidental y se desarrolla fundamentalmente sobre formaciones metamórficas, flanqueadas por cuerpos intrusivos, con o sin cobertura piroclástica. Por su posición escalonada, entre 1.200 y 3.500 msnm al norte, y entre aproximadamente 1.000 y 3.000 msnm al sur, representa la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

Los modelados, sobre las rocas metamórficas, se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica, que se ve influenciada por:

- Las direcciones estructurales del conjunto. Su expresión en el relieve se caracteriza sobre todo por alineamientos muy visibles de crestas agudas en sentido N-S y por una disimetría de las vertientes oriental y occidental.
- La naturaleza de las facies dominantes. Los materiales más blandos (esquistos y filitas) dieron lugar a formas en "hueco": valles alargados y corredores más o menos deprimidos, mientras que las litologías más resistentes (gneises y sobre todo cuarcitas), arman los principales relieves: barras rocosas, relieves resistentes a la erosión, etc.

En las rocas ígneas intrusivas, principalmente granitos y granodioritas, el relieve presenta una disección mucho más homogénea y regular, sin orientaciones preferentes. A menudo la roca aparece con intensas alteraciones, tanto arenizaciones como otras en que se aprecian profundas argilizaciones y enriquecimiento en óxidos e hidróxidos de hierro.

Este dominio se encuentra dentro del cantón Santiago por debajo de las cimas frías, en la zona occidental, entre los 2.900 y 640 msnm. Ocupa el 35% del área estudiada, tiene una mayor representación geológica en las rocas metamórficas.

En este dominio la geología marca la diferencia entre los contextos, es así que en este cantón tenemos tres contextos, dos de ellos relacionados directamente con las rocas metamórficas y el último con rocas ígneas intrusiva como la granodiorita.

En las rocas metamórficas se desarrollan los contextos: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y en el intrusivo de granodiorita *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Este dominio marca el límite entre la región Sierra y Amazonía. Mayoritariamente presenta pendiente muy fuerte (de 40 a 70%).

3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías, en clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. La dirección meridiana, N-S, que presenta en la zona septentrional de la Sierra, pasa a direcciones NO-SE y NNE-SSO en la zona central. Hacia la parte meridional de la Sierra, la Cordillera Real queda como la única franja continua de relieve y el corredor interandino, muy desdibujado.

Es el dominio con menor porcentaje, ocupa menos del 0,1% de área estudiada, y se ubica en el borde occidental del cantón. El contexto que aparece en este dominio es *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*. Al igual que en el dominio anterior la geología predominante son las rocas metamórficas de edad Paleozoica.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Sierra.

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales) se incluyen dentro del contexto morfológico en que se emplacen, salvo que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial y atravesen más de un contexto morfológico.

Dentro del cantón Santiago este dominio se encuentra disectando principalmente las Vertientes externas de la Cordillera Real, en la zona occidental del cantón. Los sistemas fluviales como el río Gualaceo, Pambil, y Negro, descienden de las cimas frías de la Cordillera Real.

Debido a que la Cordillera Real esta geológicamente constituida por rocas metamórficas en su mayoría, la erosión fluvial que producen los ríos antes mencionadas no es tan predominante; por esto las principales geoformas que se representan son: valles en V, encañonamientos y coluvio-aluviales, entre otros. En este dominio no existe desarrollo de grandes valles fluviales.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o submontañosos, escalonados hasta los 2.500 metros de altitud, en los que se apoya, de norte a sur, la vertiente amazónica de los Andes. Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que se corresponde con el levantamiento anticlinal Napo y con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. Al norte da origen a

la Cordillera del Napo, entre los ríos San Miguel y Anzú, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las Cordilleras del Cutucú y del Cóndor.

El anticlinal subandino está constituido por sedimentos mesozoicos y cenozoicos, de naturaleza marina y continental respectivamente. Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiazes, simas y redes subterráneas.

Este dominio se distribuye en la zona oriental del cantón, en ambos márgenes del río Upano. En la margen izquierda se emplaza entre los 2.200 y 480 msnm y se encuentra representado en esta zona por el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*; y en la margen derecha entre los 2.400 y los 410 msnm se desarrolla el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

El contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* es el límite inferior entre la región Sierra y Amazonía. Se encuentra representado geológicamente por las formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera, además de depósitos de ladera coluvial y de derrumbe. Este contexto hace referencia al Corredor Macas-Méndez.

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, sin cobertura de cenizas volcánicas* las formaciones de mayor representación son: Santiago, Chapiza y Hollín.

3.2.6. Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina

A grandes rasgos, este dominio se puede dividir en dos sistemas bien diferenciados: a) Piedemontes; y b) Colinas periandinas.

En el cantón Santiago solo se ve representado los piedemontes, que están formados por grandes conos de esparcimiento localizados bajo los relieves andinos y subandinos orientales. Estos conos, de edades comprendidas entre el Plioceno y el Holoceno, coinciden aproximadamente con las formaciones Mesa y Mera. Los paisajes de piedemonte se diferencian del resto de dominios amazónicos en dos características: en primer lugar, por el carácter estructural y plano de las superficies cimeras, que subsiste pese a una disección a veces muy marcada; en segundo lugar, por la naturaleza ferralítica y color pardo de los suelos desarrollados sobre los piedemontes distales. Mientras que los piedemontes próximos a la Cordillera se presentan con cobertura de cenizas volcánicas, los más alejados ya aparecen desprovistos de estas cenizas.

Este dominio se emplaza en la zona oriental, a la margen derecha del río Upano, ocupa un área de 28 km² aproximadamente, que equivalen al 2,4% del área de estudio. El contexto asociada a este dominio es *Piedemontes distales, sin cobertura*

de cenizas volcánicas. La formación Mera típica de geoformas de piedemonte es la de mayor presencia en este contexto, también se han identificado formaciones como Chapiza, Hollín y Napo, además de depósitos de ladera (coluvial y derrumbe) y aluviales, todos en menor representación. Las pendientes más características son media y fuerte.

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Amazonía.

Representado por los ríos Yurupasa, Tayusa, Namangosa, Negro, Paute, Yungantza y principalmente por el sistema fluvial del río Upano, ocupa un área de 45 km² en la zona centro-este del cantón. Estos sistemas fluviales dan origen a prominentes sistemas de terrazas, extendidas a ambos márgenes de los ríos. También se han desarrollado sistemas de encañonamientos a lo largo del río Namangosa.

3.3. Contextos Morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón Santiago y en relación con los respectivos dominios fisiográficos y regiones a los que pertenecen, se presentan en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Santiago.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Santiago (continuación).

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
		Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Amazonía Periandina	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Medio aluvial amazónico	Medio aluvial amazónico

Fuente: CTN

3.3.1. Paisajes glaciares

Se presenta en las tierras más frías de la Cordillera Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, principalmente anchos valles glaciares con perfil transversal en U que nacen de circos glaciares cuya depresión con forma cóncava anida cubetas glaciares y/o lagunas glaciares. Se asocian a estos, depósitos morrénicos, que presentan en su composición till (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino) o tillita.

El modelado característico dentro de este contexto se forma en las rocas metamórficas (Paleozoico) que ocupan dentro de este contexto un área aproximada de 54 km², además de depósitos glaciares (Cuaternario), presentes en menor extensión (aproximadamente 4 km² dentro de este contexto morfológico).

Este contexto se encuentra dominando las zonas altas, al oeste del cantón Santiago, con alturas que descienden desde los 3.700 hasta los 2.900 msnm. Presenta un área de 58 km² aproximadamente, equivalente al 5% del área estudiada.

3.3.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas

Este contexto tiene una distribución idéntica a la de los modelados glaciares, en la cima de la Cordillera Real. Los paisajes de este contexto en el cantón Santiago se caracterizan por cimas agudas, normalmente con cumbres e interfluvios estrechos, de los que emergen localmente rocas en crestas y cuchillas, esto debido a la presencia de rocas metamórficas de edad Paleozoica; sus vertientes muestran pendientes fuertes y se enlazan a valles glaciares.

Este contexto guarda cierta semejanza con el contexto *Paisajes glaciares*. Altitudinalmente se ubica entre los 3.700 y los 3.100 msnm, ocupa un área mucho menor (9 km², equivalente a 0,7% del área total estudiada) y presenta principalmente geoformas de modelado glaciar y periglacial como las vertientes y los fondos de los valles glaciares, circos y depósitos glaciares entre otros, de manera local en este contexto se observa la presencia de un cuerpo ígneo intrusivo de composición granodiorítica del Paleoceno.

3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Este contexto hace referencia a los cuerpos ígneos que se encuentran intruyendo la Cordillera Real. Dentro del cantón Santiago este contexto hace corresponde a los afloramientos del Batolito de Amaluza (CODIGEM-BGS, 1994). Este cuerpo intrusivo de composición Granodiorítica se emplaza en el borde noroccidental del cantón. El paisaje se ve representado por vertientes de tipo rectilínea y abrupta y dominada por pendientes de muy fuerte a escarpada.

3.3.4. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Se desarrolla casi exclusivamente sobre formaciones metamórficas (esquistos, cuarcitas, gneises, filitas, etc.); se caracteriza por una disección aguda, irregular y asimétrica, directamente influida tanto por las direcciones estructurales del conjunto como por la distinta naturaleza de las diferentes litologías sobre las que se desarrolla. Está recubierto por un manto de lavas y piroclastos de la Formación Chapiza.

En el cantón Santiago este contexto aparece en la zona centro-norte, entre los dominios de las Cimas frías y los de la Zona Subandina. Este contexto se ubica altitudinalmente entre los 610 a 3.200 msnm. Su extensión es de 148 km² aproximadamente.

El modelado principal del cantón se ve marcado por vertientes de diverso tipo (rectilínea, heterogénea, abrupta, rectilínea con abruptos, etc.) y relieves montañosos. La pendiente ponderante es fuerte (de 40 a 70%)

3.3.5. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

El paisaje, con ausencia de cenizas volcánicas, se define por una disección intensa, irregular y asimétrica del sustrato metamórfico sobre el que mayoritariamente se desarrolla. Se sitúa entre, aproximadamente, 3.400 y 800 msnm, representando la transición entre el modelado glaciar y periglacial andino y los relieves subandinos.

Los diferentes tipos de vertientes que conforman el área montañosa del cantón, dentro de este contexto, presentan como sustrato rocoso rocas metamórficas. Se distribuye ampliamente por la zona sureste del cantón Santiago. Este contexto morfológico cubre un área de 267 km² ocupando aproximadamente 22,7% del total de la superficie estudiada.

3.3.6. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)

Da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas de la Sierra Central. Aparece en las partes altas de los valles de los ríos Jubones, León y Paute, en el conjunto de relieves elevados de las cuencas de Cuenca-Azogues, Sigsig-Gualaceo, Azogues-Biblián y Cañar, así como en el valle de Girón-Santa Isabel.

Los modelados de este contexto se desarrollan en rocas metamórficas de edad Paleozoica y presentan geoformas como interfluvios de cimas estrechas y vertientes abruptas con fuerte disección. Ocupan dentro del cantón una mínima superficie del área estudiada equivalente al 0,01%.

3.3.7. Medio aluvial de Sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.4.

3.3.8. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se muestra con relieves vigorosos, formas agudas y vertientes rectilíneas de fuerte pendiente. Los relieves están muy disectados en el centro de la cordillera, con una densa red de drenaje. Hacia la periferia, la disección no es tan acusada y presenta algunas formas estructurales, como chevrones, cuestas y otras formas monoclinales.

En el cantón Santiago, este contexto se ubica en el extremo oriental y geológicamente se desarrolla en las formaciones: Santiago (Jurásico), Chapiza (Jurásico-Cretácico) y Hollín (Cretácico). Es el contexto más extenso en el cantón, ocupa en total 325 km² y se encuentra a alturas que oscilan entre los 400 a 2.400 msnm.

En las cotas inferiores en donde predomina la Formación Hollín se observa el desarrollo de geoformas estructurales como chevrone y cuestas; en las zonas más altas aparece la Formación Santiago con un modelado dominado por relieves colinados y restos de superficies estructurales.

3.3.9. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales

Este contexto incluye: el corredor de Cosanga, que se extiende como un largo y estrecho pasillo desde el norte de Baeza hasta la altura de Palora, al sur de Puyo; la depresión de Macas-Méndez y su prolongación meridional a través del corredor Limón-Gualaquiza; la cuenca de Zumba, en el extremo meridional del Ecuador; y, finalmente, diversos valles del sur, cuyas paredes aparecen tapizadas de depósitos coluviales.

En el cantón Santiago, este contexto se ubica en la margen derecha del río Upano y ocupa la zona central del cantón, con alturas que oscilan entre los 500 a 2.300 msnm, en una extensión que se aproxima a los 292 km². Corresponde al corredor denominado Macas-Méndez, cubierto por cenizas volcánicas y a las vertientes coluviales bajas de los valles del sur. Se caracteriza por valles, que generalmente son estrechos, insertados en paisajes vigorosamente. El sustrato está constituido por las formaciones Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera.

3.3.10. Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas

Se trata de un gran abanico o cono de esparcimiento, que se abre desde su zona apical, situada al pie del contexto *Estribaciones orientales subandinas*, hacia el Este, entre los ríos Napo y Pastaza, extendiéndose cerca de 200 km en esa dirección. Este contexto también incluye restos de conos de esparcimiento situado al norte de la Cordillera del Napo hasta la frontera colombiana y otros testigos de esparcimiento, posiblemente más reciente, que se localizan al sur del río Pastaza.

Se presentan con una muy suave pendiente longitudinal global, sin cenizas volcánicas. La disección ha dejado morfologías de mesas tabulares, a veces con desniveles de orden hectométrico; estas planicies estructurales llegan, en algunos casos, a destruirse por la erosión, dando origen a un relieve colinado. Sobre el material en el que se modelan estas formas, arcillas y areniscas volcanoclásticas con gravas y bloques, se desarrolla una alteración ferralítica de color pardo, que contrasta con la predominantemente rojiza de la Amazonía ecuatoriana.

En el cantón Santiago, este contexto se ubica en la zona central del cantón, a lo largo del Río Upano, con alturas que oscilan entre los 400 a 600 msnm. Su extensión total se aproxima a los 28 km².

3.3.11. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.7.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

En el Cuadro 3.3 se presentan las geoformas identificadas en cada contexto morfológico, ordenadas por grupos genéticos. Se indica la superficie aproximada que ocupa cada geoforma en el correspondiente contexto morfológico.

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón.

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente abrupta	2
		Vertiente heterogénea	2
		Vertiente rocosa	5
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	15
		Cubeta glaciar	<1
		Fondo de valle glaciar	3
		Vertiente de valle glaciar	14
		Valle glaciar colgado	<1
		Rocas aborregadas	1
		Laguna glaciar	<1
		Morrena frontal, arco morrénico	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	7
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	7
		Macizo rocoso	<1
Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	3
		Cubeta glaciar	<1
		Fondo de valle glaciar	<1
		Vertiente de valle glaciar	2
		Morrena lateral	<1
		Rocas en crestas y cuchillas	<1
		Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques	<1
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón
(continuación)

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente abrupta	<1
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	6
		Testigo de cono de esparcimiento	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	5
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	27
		Vertiente rectilínea con abruptos	40
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente abrupta con fuerte disección	14
		Vertiente heterogénea	21
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	3
		Coluvión reciente	5
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	TECTÓNICO EROSIVO	Relieve montañoso	47
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	8
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	11
	LADERAS	Vertiente rectilínea	8
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	24
		Vertiente rectilínea con abruptos	21
		Vertiente abrupta	13
		Vertiente abrupta con fuerte disección	93
		Vertiente heterogénea	4
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	31
		Coluvión reciente	2
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	TECTÓNICO EROSIVO	Relieve montañoso	47
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	8
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación)	1
		Valle en V	2
		Encañonamiento	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	4
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	9
		Garganta	<1
		Encañonamiento	<1
		Terrazas indiferenciadas	2
		Superficie de cono de deyección	<1
		Vertiente rectilínea	25
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	48
		Vertiente rectilínea con abruptos	<1
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	12
		Macrocoluvión	4
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Relieve volcánico colinado alto	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	17
		Frente de cuesta	3
		Vertiente de cuesta	9
		Superficie de chevron	58
		Frente de chevron	18
		Vertiente de chevron	29
		Restos de superficie estructural	11

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	13
		Relieve colinado alto	5
		Relieve colinado muy alto	12
		Relieve montañoso	20
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	4
		Coluvio-aluvial antiguo	4
		Superficie horizontal disectada	4
		Superficie inclinada	4
		Superficie inclinada disectada	9
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	2
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	8
		Superficie de cono de esparcimiento	<1
		Testigo de cono de esparcimiento	6
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	9
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente rectilínea con abruptos	<1
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	<1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	3
		Coluvión antiguo	18
		Macrocoluvión	25
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	7
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	3
		Vertiente de mesa o meseta	2
		Superficie de cuesta	3
		Superficie de cuesta disectada	17
		Frente de cuesta	8
		Vertiente de cuesta	4
		Superficie de chevron	4
		Frente de chevron	1
		Vertiente de chevron	1
		Relieves escalonados en capas inclinadas	66
		Restos de superficie estructural	<1

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy bajo	<1
		Relieve colinado bajo	<1
		Relieve colinado medio	17
		Relieve colinado alto	17
		Relieve colinado muy alto	6
		Relieve montañoso	48
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	<1
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Coluvio-aluvial reciente	2
		Coluvio-aluvial antiguo	4
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	<1
		Terraza alta	<1
		Terraza colgada	2
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Superficie de cono de esparcimiento	4
		Abrupto de cono de esparcimiento	<1
		Testigo de cono de esparcimiento	9
	FLUVIO-LACUSTRE	Depresión lagunar	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con abruptos	<1
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	1
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	<1
		Superficie de mesa o meseta disectada	<1
		Vertiente de mesa o meseta	2
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado bajo	<1
		Relieve colinado medio	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada disectada	<1

Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Medio aluvial Amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	2
		Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación)	8
		Valle indiferenciado	<1
		Barranco	<1
		Garganta	<1
		Encañonamiento	13
		Terraza media	2
		Terraza alta	5
		Terraza colgada	6
		Vertiente o abrupto de terraza	4
		Terrazas escalonadas	<1
		Terrazas indiferenciadas	1
	LADERAS	Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Afloramientos rocosos	<1

Fuente: CTN

En el Cuadro 3.4 se muestran las formaciones geológicas y depósitos superficiales con representación en el cantón, el símbolo utilizado, edad, descripción litológica característica y superficie aproximada que ocupan.

El referente de la información recogida en este cuadro es la cartografía geológica, a escalas 1:100.000 y 1:250.000, proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014. Los términos “formación geológica” y “depósito superficial” se utilizan en el sentido que se explica en el apartado 3 (Atributos geológicos: formación geológica y litología) del Anexo IV.

Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón.

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	11
Depósitos de ladera (coluvial)	Q _{dl4}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	71
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	22
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	11
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	<1
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	23
Depósitos glaciares	Q _{dg}	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	5
Depósitos fluvio glaciares	Q _{dfg}	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	< 1
Formación Mera	Q _{Mr}	Cuaternario	Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada	48

Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón (continuación).

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Volcánicos indiferenciados	PVI	Pleistoceno	Rocas volcano- sedimentarias y lavas	<1
Grupo Margajitas	K _{Mj}	Cretácico	Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras	69
Formación Napo	K _{Np}	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	82
Formación Hollín	K _{Ho}	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	96
Formación Chapiza	JK _{Ch}	Jurásico- Cretácico	Capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo	186
Formación Santiago	J _{St}	Jurásico	Calizas silíceas en capas delgadas de color gris oscuro a negro, areniscas calcáreas e intercalaciones de lutitas negras; intercalaciones de brechas volcánicas, tobas arenosas verdes y lutitas bentoníticas	87
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	460
Granodiorita	IN Gd	Sin asignación de edad	Granodiorita	<1

Fuente: CTN, a partir de: cartografías geológicas oficiales 1:100.000 y 1:250.000 del INIGEMM y organismos predecesores; Bristow y Hoffstetter, 1977.

(*) Nota: Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos, la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P= Pleistoceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Ms= Mesa, Ch= Chambira, Ar=Arajuno, Chl=Chalcana, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico.

3.5. Descripción de geoformas

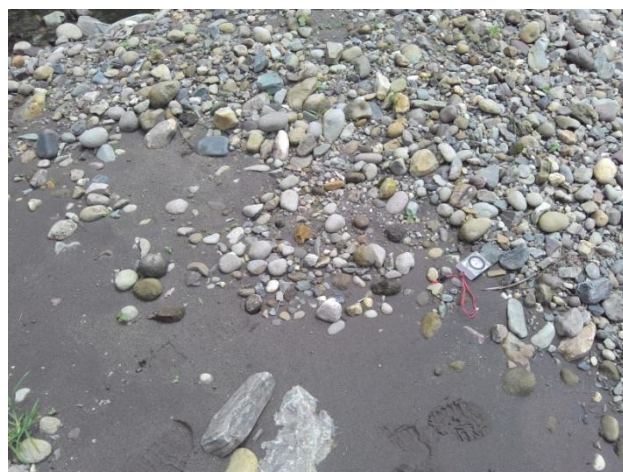
A continuación se describen las geoformas presentes en el cantón, de acuerdo a su génesis, señalando las diferencias existentes en cada una dependiendo de su contexto morfológico.

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

En el cantón Santiago, los valles fluviales se han desarrollado únicamente en la región Amazonía. Esta geoforma se ubica en la zona oriental del cantón y se emplazan en los ríos Yurupasa, Tayusa, Paute, Negro y Namangosa.

En campo se describió un depósito aluvial constituido por limo (20%), arena (30%), grava (10%), bloques redondeados (30%) y angulares (10%).



Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación del río Yurupasa. Vista general y detalle de depósito superficial. Sector San Francisco de Chinimbimi. 06/08/2014.

3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)

Se caracterizan por constituir una franja alrededor del canal o canales fluviales, y que se han sometido a continuos cambios, con alto contenido de cantos y bloques y no apta para el aprovechamiento agrícola. Esta geoforma tiene una pequeña representación en contexto *Medio aluvial de Sierra* y se ubica en centro-norte del cantón. En esta zona se encuentra emplazado en el río Paute, con forme descenden las aguas de este río, esta geoforma se incluye dentro del contexto *Medio aluvial de Amazonía*.

El mayor desarrollo de esta unidad geomorfológica se observa en la región Amazonía, dentro de este contexto se emplaza en los ríos Paute, Negro, Namangosa, Yurupasa, Tayusa y Upano.

En el río Upano que se ubica en la zona oriental, esta geoforma muestra un mayor desarrollo. En ciertas zonas se encuentra interrumpida por alguna garganta. Esta geoforma en general presenta mayoritariamente pendiente muy suave con fondo de valle plano en su mayoría.



Fotos 3 y 4. Terraza baja y cauce actual del río Upano. Vistas general y detalle de los materiales del depósito aluvial. Sector San Francisco de Chinimbimi. 07/08/2014.

3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Se ubica a lo largo del río Chinimbimi, al norte del cantón. Se encuentra desligado del sistema fluvial del río del río Upano, el cual se encuentra a 2 km aproximadamente.

Este geoforma presenta pendiente de plana (de 0 a 2%) y fondo de valle plano. Además tiene drenaje subdendrítico, con depósitos aluviales constituidos por arenas, limos, arcillas y conglomerados.

3.5.1.4. Valle en V (E1)

Esta geoforma se caracteriza por un perfil transversal en V. Se encuentra distribuida por la zona meridional del cantón y se emplaza en las siguientes formaciones geológicas: Rocas metamórficas, Santiago, Chapiza y Napo; todas constituidas de materiales resistentes a la erosión hídrica y óptima para el desarrollo de esta geoforma.

Presenta pendiente fuerte hasta muy fuerte (de 40 de 100%) con drenaje generalmente del tipo subdendrítico. Aparece en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas, Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales y Medio aluvial de Sierra.*

3.5.1.5. Barranco (E2)

Esta unidad geomorfológica se encuentra ampliamente distribuida por todo el cantón. Los barrancos pertenecientes a la región Sierra se ubican en la zona occidental. Se caracterizan por presentar mayor continuidad longitudinal con respecto a los barrancos que se desarrollan en la Amazonía. En ambas regiones ocupan similar área, aproximadamente 18 km².

En la región Sierra esta geoforma presenta drenaje de tipo dentrítico, mientras que en la Amazonia varía de dentrítico a subdentrítico. La pendiente en ambas regiones es predominantemente fuerte (de 40 a 70%).

En los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con y sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* esta geoforma se asocia mayoritariamente a Rocas metamórficas de edad Paleozoica. En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* se desarrolla en tres formaciones: Santiago (Jurásico), Chapiza (Jurásico-Cretácico) y Hollín (Cretácico). Dentro de los *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* aparecen las formaciones: Hollín (Cretácico), Napo (Cretácico), Grupo Margajitas (Cretácico) y Mera (Cuaternario). En los *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* esta geoforma incide las formaciones: Napo y Mera. Mientras que en el *Medio aluvial Amazónico* incide depósitos aluviales de terrazas y la Formación Hollín, en el *Medio aluvial de Sierra* solo se relaciona con Rocas metamórficas.

En campo se identificó un afloramiento de Gneis dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con y sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* cerca del sector Yucal.



Foto 5. Barranco río Pescado Grande sobre Gneis. Sector Yucal. 26/08/2014.

3.5.1.6. Garganta (E3)

Esta unidad geomorfológica se emplaza completamente en la región Amazonía, en la zona oriental del cantón. Ocupa una superficie de 70 ha aproximadamente. Se asocia al contexto *Medio aluvial amazónico* del río Upano. Dentro de este contexto esta geoforma se desarrolla en un pequeño tramo de este río gracias a la presencia de rocas volcano-sedimentarias y lavas (Volcánicos indiferenciados) de edad Pleistocénica que han resistido la acción hídrica erosiva.

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* esta geoforma se desarrolla en el río Panía en capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas pertenecientes a la Formación Chapiza de edad Jurásica-Cretácico.

En ambos contextos presenta desnivel de 25 a 50 metros, longitud de vertiente corta (de 15 a 50 metros) y vertientes rectilíneas. En cuanto a la forma del valle, en el *Medio aluvial amazónico* desarrolla fondo plano con pendiente transversal fuerte, mientras que en la *Cordillera del Cutucú* presenta valles en V y pendiente muy fuerte.

3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Se ubica en la zona suroeste y sureste del cantón, ocupando un área aproximada de 14 km². En la zona sureste esta geoforma presenta un mayor desarrollo en el río Namangosa y Yungantza, en estos ríos recorre cerca de 28 km, debido a esto se ha atribuido al contexto *Medio aluvial amazónico*. Se asocia geológicamente a la Formación Chapiza. En este contexto presenta vertientes de perfil rectilíneo, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta larga, desnivel de 50 a 300 metros y valles planos o en V.

En el contexto *Cordillera del Cutucú*, esta geoforma se emplaza en el curso hídrico del río El Churo. En este contexto se desarrolla en la Formación Hollín, longitud de vertiente moderadamente larga y desnivel de 50 a 100 metros. En estos dos contextos descritos esta geoforma presenta vertientes de perfil rectilíneo con pendiente escarpada (de 100 a 150%).

Por otro lado en contexto *Medio aluvial de Sierra* esta geoforma morfológicamente presenta vertientes de perfil mixto con fondos de valle en U, pendiente muy fuerte (de 70 a 100%), longitud de vertiente de 50 a 250 metros, desnivel de 100 a 200 metros y aparece en Rocas metamórficas de edad Paleozoica.



Foto 6. Encañonamiento río Namangosa. Sector Sur del cantón Santiago.
05/08/2014.

3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Las terrazas son superficies planas o casi planas formadas por depósitos aluviales constituidos de conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa. Son restos de antiguas superficies de inundación y, por tanto, se sitúan por encima del nivel máximo de las aguas de un río, como resultado de la incisión del mismo. Así pues, cuanto más alta, en cota absoluta, se encuentra una terraza, más antigua es. En este caso, es la terraza que queda inmediatamente por encima de la llanura de inundación a 20 metros aproximadamente.

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro-este y noroeste del cantón. En la zona central están influenciada por los ríos Paute y Negro, y hacia el noreste lo está por los ríos Upano y Yurupasa. Presenta pendiente muy suave hasta suave (de 2 a 12%) y aparece en el contexto *Medio aluvial amazónico*.



Foto 7. Terraza media del río Upano. Sector Tayusa. 06/08/2014.

3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Al igual que la anterior geoforma (Tm) corresponde a antiguas superficies de inundación, en este caso corresponde con el segundo nivel de terraza por encima de la llanura de inundación. Estas terrazas se ubican generalmente de 50 a 70 metros sobre el nivel del río.

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro-este y noroeste del cantón y está directamente influenciadas por los ríos Paute, Upano, Namangosa y Nungunde. Aparece en el contexto *Medio aluvial amazónico*.

Presentan formas de drenaje muy variado: dentrítico, subdentrítico y subparalelo, con pendiente muy suave hasta suave (de 2 a 12%). Se desarrollan en depósitos aluviales de terraza (conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa).



Foto 8. Terraza alta del río Yurupasa. Sector Tayusa. 06/08/2014.

3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)

Esta geoforma tiene la misma génesis que las descritas anteriormente (Tm y Ta) pero en este caso, es una de las terrazas más antiguas, en las que el sustrato aflora por debajo. Se ubican a 120 metros aproximadamente por encima del cauce del río.

Esta unidad geomorfológica se ubican en la zona centro-este del cantón, siguiendo el curso de los ríos Paute y Upano. Se desarrollan dentro de los contextos morfológicos *Medio Aluvial Amazónico* y *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

En ambos contexto la pendiente varía de muy suave a suave (de 2 a 12%), con drenajes del tipo paralelo, subparalelo y subdentrítico. Al igual que los otros tipos de terrazas también se desarrollan en depósitos aluviales de terraza de edad Cuaternaria.

3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Las vertientes o abruptos de terraza son los escalones, con fuertes pendientes, que delimitan las terrazas (Tm, Ta y Tc) y que han sido creados por la incisión fluvial posterior a su deposición.

Esta geoforma se encuentra mayormente ligada a las terrazas altas y colgadas y se ubica al igual que estas geoformas en la zona centro-este y noroeste del cantón, bordeando los cauces de los ríos Paute y Namangosa, Upano y Yurupasa.

Aparece en los contextos morfológicos *Medio aluvial amazónico* y *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. En el primer contexto tiene pendientes que oscilan de media hasta muy fuerte y drenajes del tipo paralelo, subparalelo, dentrítico y subdentrítico. Por otro lado en *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* la pendiente es fuerte (de 40 a 70%) y predomina el drenaje de tipo paralelo.

Ambos contextos morfológicos presentan una litología de conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa típica de los depósitos aluviales (terrace). Se atribuyen a esta geoforma longitud de vertiente corta hasta moderadamente larga (de 15 a 250m) y vertientes de perfil mixta, rectilínea o cóncava. En campo se identificó un depósito constituido por arcilla (5%), limo (10%), arena (20%), grava (30%) y bloques redondeados (35%).



Fotos 9 y 10. Vertiente o abrupto de terraza. Vista general y detalle del depósito superficial. Sector Santiago de Méndez. 26/08/2014.

3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te)

Esta geoforma corresponde a una serie de terrazas que, por su tamaño, no pueden individualizarse. Está ubicada en la zona céntrica del cantón y se halla influenciada directamente por los ríos: Paute, Upano, Negro.

La pendiente en esta geoforma oscila de suave hasta media (de 5 a 25%), con drenaje de tipo subdentrítico y subparalelo. Presenta una litología constituida de conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa típicos de los depósitos aluviales de terrazas. Se encuentran incluidas dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*.

3.5.1.13. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Superficies planas de origen fluvial, en las que no se puede determinar el nivel del que se trata (terrazza media, terraza alta, o terraza colgada) y que, por tanto, no se pueden clasificar en ningún otro tipo. Bajo esta denominación también se incluyen las terrazas erosivas o terrazas rocosas, un tipo particular de terraza labrada sobre material rocoso.

Esta unidad geomorfológica se ubica en la zona central y este del cantón. En la zona central está influenciada por los ríos Upano y Namangosa y en la zona este por el río Panía. Se emplazan dentro de los contextos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Medio aluvial amazónico*.

La pendiente varía de muy suave hasta media (de 2 a 25%) y presenta drenaje de tipo subdentrítico y subparalelo. Esta geoforma está constituida de arcilla (10%), limo (30%), arena (10%), grava (10%) y bloques redondeados (40%).



Fotos 11 y 12. Terraza indiferenciada. Vista general y detalle del depósito superficial. Sector Centro Panía. 06/08/2014.

3.5.1.14. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)

Un cono de esparcimiento, o abanico aluvial, es un cuerpo de depósitos fluviales cuya superficie presenta en planta una forma de abanico o de segmento de cono, extendiéndose ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa.

Se encuentra ubicado en la zona norte cerca al río Washumuza y en la zona noreste del cantón ligada a los ríos Yurupasa y Upano, cerca del sector San Francisco de Chinimbimi, en donde presenta un mayor desarrollo.

Esta geoforma típica de la región Amazonía, aparece en los contextos *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*.

En el contexto *Piedemontes distales* ubicado en la zona noreste, presenta vertientes de perfil longitudinal mixto con pendiente muy variada de muy suave hasta media (de 2 a 25%), desnivel relativo de 15 a 50 metros y longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros.

El contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* tiene un menor representación, se ubica en la zona norte y presenta característica diferentes al anterior contexto, pendiente media (de 12 a 25%) con vertientes de perfil cóncavo, desnivel de 50 a 300 metros y longitud de vertiente de 250 a más de 500 metros. En ambos contextos la geología representativa es la Formación Mera de edad Cuaternaria (Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada).



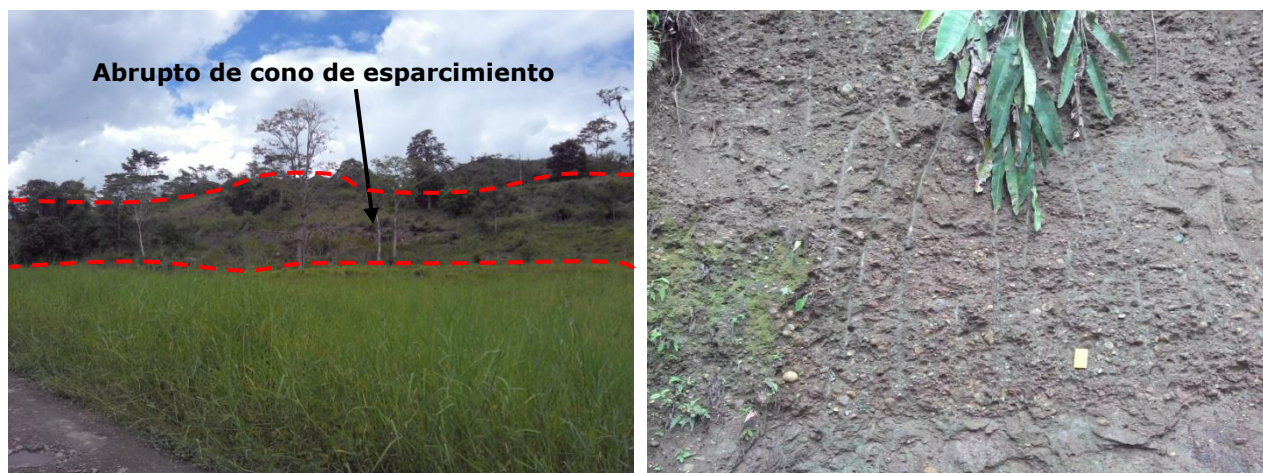
Foto 13. Superficie de cono de esparcimiento. Sector Tayusa. 06/08/2014.

3.5.1.15. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Esta geoforma se encuentra ligada a la descrita anteriormente (Co1) y corresponde al talud o vertiente de esas superficies. Aparece únicamente en el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*, ubicado en la zona noreste del cantón.

Morfométricamente presenta pendientes que oscilan de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de 5 a 100 metros y longitud de vertiente corta y moderadamente larga.

Esta geoforma está constituida por conglomerado de textura media a gruesa compuesta por cantos heterométricos de esquisto, granodiorita, cuarcita, basalto, andesita, etc., menores a 0,2 m de diámetro incorporados en una matriz areno - limosa. Esta litología corresponde a depósitos superficiales de la Formación Mera.



Fotos 14 y 15. Abrupto de cono de esparcimiento. Vista general (izquierda) Sector San Francisco de Chinimbimi margen derecha del Río Yurupasa. Detalle del depósito superficial (derecha). Sector San Francisco de Chinimbimi margen izquierdo del Río Yurupasa. 06/08/2014.

3.5.1.16. Testigo de cono de esparcimiento (CoT)

El testigo de cono de esparcimiento, es un testigo erosivo que ya no conserva la morfología en planta característica de una superficie de cono de esparcimiento. La geoforma se encuentra presente en el centro, el noroeste y el noreste del cantón. En el centro se encuentra en el sector de Chupianza Grande y Cambanaca, en el noroeste en el sector Virgen de La Nube, y en el noreste en el sector Tayusa y San Francisco de Chinimbino. Aparece en los contextos *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales, Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y en menor incidencia en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Esta geoforma presenta pendiente que oscila de suave a escarpada (de 5 a 150%), este amplio rango de variabilidad se debe a que en esta geoforma se cartografía tanto la superficie como el abrupto, tal es así, que las pendientes bajas corresponderán a la superficie de los testigos y las pendientes altas a los abruptos.

Morfométricamente estos testigos presentan vertientes de perfil cóncavo, rectilíneo, irregular o mixto, desnivel relativo de 5 a 200 metros. Para todos los contextos morfológicos la litología es de arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada pertenecientes a la formación Mera.



Fotos 16 y 17. Testigo de cono de esparcimiento sobre Formación Mera. Sector San Luis de Ininkis. 07/08/2014.

3.5.1.17. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta unidad geomorfológica es similar a los conos de esparcimiento (abanicos aluviales) (Co1), pero de menor extensión. Se pueden llegar a generar en un solo episodio de descara y suelen presentar mayor pendiente longitudinal y homogeneidad granulométrica que los conos de de esparcimiento. Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro-norte, noreste y sur del cantón, ocupando pequeñas superficies del mismo.

Se encuentran dentro de los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*.

Ambos contextos presentan depósitos aluviales de cono de deyección compuesta por arcilla (50%), arenas (10%), grava (10%) y bloques redondeados (20%) y angulares (10%) con pendiente de muy suave hasta media (de 2 a 25 %).

3.5.2. Fluvio-lacustre

3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro del cantón, cerca al sector de Chupianza Grande. Se desarrolla en el dentro del contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.



Foto 18. Depresión lagunar. Sector Chupianza Grande. 26/08/2014.

3.5.3. Laderas

3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta unidad geomorfológica se encuentra distribuida por todo el cantón. Ocupa un área aproximada de 46 km². Se emplaza en todos los contextos descritos en el cantón, con excepción de *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial amazónico*.

En los contextos de la región Sierra, esta geoforma ocupa menor área y se ubica en la zona noroccidental del cantón. Los contextos que aparecen en esta región son: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. La geología en la que esta geoforma se encuentra ligada directamente a estos contextos, tal es así, que se desarrolla en las litologías rocas metamórfica de edad Paleozoica y granodiorita del Paleoceno. La pendiente en estos contextos es fuerte (de 40 a 70%), desnivel de 100 a más de 300 metros y longitud de vertiente de larga a muy larga.

En la región Amazonía esta geoforma se desarrolla en los contextos: i) *Cordillera del Cutucú*, ii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* y iii) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. En la *Cordillera del Cutucú* esta geoforma se desarrolla en las formaciones: Santiago, Chapiza y Hollín. En este contexto se atribuye pendientes que oscilan de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), longitud de vertiente de larga hasta muy larga (de 250 a más de 500 metros) y desnivel de 50 a más de 300 metros. El contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* presenta similares características morfométricas que el descrito anteriormente; en cuanto a geología este contexto se desarrolla en las formaciones Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera. Por otro lado en el contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* esta geoforma únicamente se asocia a la Formación Mera, típica de este contexto. Presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel de 200 a 300 metros y longitud de vertiente de 250 a 500 metros.

En campo se describió un macizo rocoso en la Formación Mera compuesto de arenisca de grano medio con grado de compactación medio y saturado. Este macizo fue identificado cerca del sector Agua Chica, en el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.



Fotos 19 y 20. Vertiente rectilínea. Sector Nuevo Triunfo, Vista general. 26/08/2015. Detalle de macizo rocoso, Sector Agua Chica. 27/08/2014.

3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma se diferencia de la anterior (Lr1) por un mayor grado de disección. Se encuentra distribuida por todo el cantón, ocupando generalmente cotas de mayor altitud. Esta geoforma se ha desarrollado en cuatro contextos, dos en la región Sierra y dos en la Amazonía.

En la región Sierra se asocia a los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Mientras que en la Amazonía aparece en los contextos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*. Dentro de cada región esta geoforma mantiene características homogéneas con respecto a los contextos.

En la región Sierra, en ambos contextos esta geoforma se desarrolla en Rocas metamórficas de edad Paleozoica, presentan pendiente fuerte (de 40 a 70%), con desnivel relativo de 100 a más de 300 metros, longitud de vertiente de larga a muy larga, y tipo de drenaje generalmente dentrítico y subdentrítico.

Por otro lado en la región Amazónica, en ambos contextos presenta pendiente mayoritariamente fuerte (de 40 a 70), desnivel relativo de 100 a más de 300 metros, longitud de vertiente generalmente muy larga y tipo de drenaje subdentrítico. En cuanto a geología existen diferencias muy marcadas en cada contexto de esta región, tal es así, que en el contexto *Cordillera del Cutucú* esta geoforma se desarrolla en las Formaciones: Santiago y Chapiza; mientras que en el contexto *Corredores*,

depresiones y vertientes bajas marginales esta geoforma aparece en las Formaciones: Hollín, Napo y Grupo Margajitas.



Fotos 21 y 22. Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre rocas metamórficas. Sector El Carmen. 24/08/2014.

3.5.3.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Esta geoforma corresponde a vertientes de perfil rectilíneo que presentan un aumento brusco de pendiente en algunas zonas. Se encuentra ubicada en la zona noroeste, centro-oeste y en el centro-sur del cantón.

Esta geoforma se encuentra distribuida en las dos regiones del cantón, en la región Sierra aparecen en los contextos: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica*, mientras que en la región Amazónica aparece en los contextos: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, *Corredores*, *depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* y *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

En la región Sierra al igual que la anterior geoforma (Lr2) se desarrolla en Rocas Metamórficas. Presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel mayor a 300 metros, longitud de vertiente muy larga y forma de drenaje dentrítica y subdentrítica.

En la Amazonía los tres contextos en los que se desarrolla esta geoforma presentan diferentes características. En el contexto *Cordillera del Cutucú* esta geoforma tiene desnivel relativo de 25 a 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga, forma de drenaje paralelo y dentrítico y se asocia con la Formación Hollín. Dentro del contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* presenta desnivel de 100 a 200 metros, longitud de vertiente larga, forma de drenaje paralelo y se desarrolla en las Formaciones Napo y Mera. Por último tenemos el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* que se caracteriza por desnivel de 25 a 100 metros, longitud de vertiente moderadamente larga, drenaje del tipo paralelo y se asocia con la Formación Chapiza.

En todos los contextos morfológicos presentan una pendiente fuerte (de 40 a 70%), y forma de vertiente rectilínea. En campo se identificó un afloramiento de Filitas dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.



Fotos 23 y 24. Vertiente rectilínea con abruptos. Vista general y detalle del macizo rocoso, Filita. Sector La Libertad. 26/08/2014.

3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1)

Se catalogan como vertientes abruptas cuando presentan una pendiente superior al 70%, independientemente de la forma de la vertiente. En el cantón Santiago esta geoforma se encuentra ubicada en pequeñas superficies a lo largo de todo el cantón. En el norte está cerca al sector de Tetaurco, en el noroeste a la altura del cerro Gigantones, en el noreste cerca a la cordillera Taon Naint, en el centro-este por el sector de San Luis de El Acho, en el sureste en el límite con el cantón Twintza, y en el suroeste en los límites con los cantones Sevilla de Oro y Limón Indanza.

Aparece en siete contextos, cuatro de la Sierra y tres de la Amazonía. Los contextos de Sierra son: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iv) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y los contextos de la Amazonía son: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, ii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* y iii) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

En los todos los contextos de Sierra la geología asociada son Rocas metamórficas de edad Paleozoica, con excepción del contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*, que como su nombre lo indica se asocia con Granodiorita perteneciente al Batolito de Amaluza (CODIGEM-BGS, 1994). La pendiente en esta región oscila de muy fuerte a escarpada (de 70 a 150%), desnivel relativo mayor a 300 metros y longitud de vertiente generalmente muy larga.

En la Amazonía esta geoforma presenta en todos los contextos longitud de vertiente moderadamente larga en mayor porcentaje y pendiente mayoritariamente muy fuerte, en cuanto al desnivel varía ligeramente de un contexto a otro pero se mantiene dentro de los rangos de 50 a 200 metros por lo general.

Con respecto a la geología, en la *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* está constituida por las Formaciones Chapiza y Hollín. Dentro del contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* esta geoforma se asocia al Grupo Margajitas constituidas de Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras y en *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* la litología corresponde a las Formaciones Chapiza, Hollín y Mera. En todos los contextos se observa forma de drenaje paralelo, dendrítico y subparalelo, y vertiente de perfil rectilíneo y cóncavo.



Fotos 25 y 26. Vertiente abrupta en Fm. Chapiza. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso, Andesitas (derecha). Sector Chapinait. 05/08/2014.

3.5.3.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Esta geoforma es similar a la anterior (La1) pero presenta un mayor grado de disección. Se encuentra ubicada en la zona oeste del cantón, al noroeste cercano al cerro Gigantones, en el suroeste cercano al límite con el cantón Limón Indanza, en el centro oeste en el sector de la Cordillera Romerillos.

Esta geoforma se emplaza únicamente en contextos de la región Sierra. Estos contextos son: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

En todos los contextos morfológicos la litología es Rocas metamórficas, la pendiente varía de muy fuerte hasta escarpada (de 70 a 150%), longitud de vertiente muy larga y vertiente de perfil cóncavo y rectilíneo.

3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Se ubicada en pequeñas superficies en todo el cantón, en noroeste cercana al Cerro Negro y al límite con el cantón Sevilla de Oro, en el noreste en el sector del cerro Nashipi Naint, en el sureste cerca al sector de San Simón Ipiakum

Esta geoforma ocupa mayor área en la región Sierra que en la Amazonía. Aparece en cuatro contextos de la Sierra: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iv) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y en tres contextos de la Amazonía: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, ii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* y iii) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. En todos los contextos presenta longitud de vertiente muy larga.

En la región Sierra esta geoforma se desarrolla únicamente en Rocas metamórficas de edad Paleozoica con pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel de 100 a más de 300 metros y vertiente de perfil irregular mayoritariamente.

En la región Amazonía esta geoforma se diferencia geológicamente en cada contexto, tal es así, que en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* se asocia a las Formaciones Santiago y Chapiza, en este contexto presenta pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel relativo de 200 a más de 300 metros y vertiente de perfil irregular y mixto. En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* esta geoforma se desarrolla en las Formaciones: Grupo Margajitas y Mera; presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel de 50 a 300 metros y vertiente irregular. Por último en el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* se asocia a la Formación Hollín.

3.5.3.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma corresponde a vertientes que presentan en la mayor parte de su superficie afloramientos del sustrato rocoso. Se encuentra ubicada en la zona noroeste del cantón, cerca al límite con el cantón Sevilla de Oro y el río Shiro.

Esta incluido dentro de los contextos morfológicos *Paisajes Glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y se caracterizan por pendiente de fuerte a muy fuerte, desnivel relativo de 100 a más 300 metros, longitud de vertiente generalmente muy larga, forma de drenaje dendrítico y subparalelo y forma de vertiente irregular. Esta geoforma se desarrolla en Rocas metamórficas.

3.5.3.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Esta geoforma es similar a la descrita antes (Vertiente heterogénea), pero presenta un mayor grado de disección. Se ubica en varias zonas del cantón. En la zona norte está cerca al centro Tsenkcancas, en el centro-oeste cerca a la loma Culebrillas y a la cordillera Romerillo, y en el sur en el sector de Plan Grande.

Los contextos morfológicos en los que se presenta esta geoforma son: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*.

En los dos contextos de Sierra (*Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con y sin cobertura piroclástica*) esta geoforma se desarrolla en Rocas metamórficas con pendiente fuerte, desnivel relativo generalmente mayor a 300 metros y forma de vertiente irregular.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* se desarrolla en las Formaciones Napo y Grupo Margajitas, presenta pendiente de media a fuerte hasta fuerte, desnivel de 50 a 300 metros, vertiente de perfil irregular y longitud de vertiente que varía de moderadamente larga hasta muy larga.



Foto 27. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Singulantza.
24/08/2014.

3.5.3.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona central del cantón. En el sector de San Luis de El Acho, cerca a los ríos Namangosa, Paute y Negro.

Los contextos morfológicos en los que se encuentra emplazada son: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales, Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales y Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánica.*

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* se asocia con las Formaciones: Chapiza y Hollín presenta pendiente de fuerte hasta muy fuerte, desnivel relativo hasta 200 metros, forma de drenaje dendrítico y subparalelo con vertientes de perfil cóncavo, mixto o rectilíneo.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* aparece en las Formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera, se aprecia pendiente de media a fuerte hasta escarpada, desnivel relativo de 5 a 100 metros, vertiente cóncava, irregular, mixta o rectilínea y forma de drenaje dendrítico, subparalelo y paralelo.

Mientras que en el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* se presenta en las Formaciones: Chapiza y Mera con pendiente de fuerte hasta muy fuerte ($> 70 - 100 \%$), desnivel relativo entre 15 a 200 metros, forma de drenaje dendrítico y vertiente cóncava o rectilínea.

3.5.3.10. Coluvión reciente (Col1)

Los coluviones se presentan en las partes bajas y medias de las laderas, producto de la acumulación de materiales, por arroyada difusa, meteorización y movimientos de masa. Esta geoforma está ubicada en la zona centro sur del cantón, cerca a los sectores de San Luis de El Acho, Cambanaca y del estero Yubime

La litología típica de esta geoforma está compuesta por mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno (Depósitos de ladera coluvial).

Esta geoforma se emplaza en los contextos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y v) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas.*

En el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se presenta pendiente fuerte, desnivel relativo de 200 a 300 metros y forma de vertiente convexa.

Por otro lado en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se aprecian vertientes mixtas y rectilíneas con desnivel relativo de 50 a 300 metros y pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%).

En la *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* presenta desnivel relativo de entre 50 a 200 metros, pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), forma de vertiente irregular y rectilínea.

Dentro del contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* el desnivel relativo es de 15 a 200 metros, forma de vertiente cóncava, convexa, irregular, mixta o rectilínea y pendiente de suave hasta media a fuerte (de 5 a 40%).

Mientras que en los contextos *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* se presenta desnivel relativo de 25 a 100 metros, forma de vertiente cóncava o mixta y pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%). El depósito que se observa en la foto está constituido por arcilla (50%), arena (30%) y bloques angulares (20%).



Fotos 28 y 29. Coluvión reciente. Vista general y detalle de los depósitos superficiales, Sector Panía cerca del Río Upano. 09/08/2014.

3.5.3.11. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra ubicada a lo largo de todo el cantón, especialmente en la zona céntrica y hacia el este, se encuentra a los lados de los ríos que cruzan todo el cantón, río Paute, Gualaceo, Negro, Upano, Namangoza, Yurupasa y más.

Aparece en seis contextos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, v) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y vi) *Medio aluvial amazónico*.

En todos los contextos guarda cierta similitud en sus características morfológicas y morfométricas, tal es así, que presenta pendiente de media hasta fuerte, desnivel relativo de 15 a más de 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga, drenaje del tipo dendrítico, subdendrítico y subparalelo, forma de vertiente convexa, cóncava, irregular, mixta o rectilínea.

El depósito que se muestra en la foto presenta matriz arenosa color marrón oscuro bastante cementada y está constituido por arcilla (5%), limo (10%), arena (35%), grava (20%) y bloques angulares (30%).



Fotos 30 y 31. Coluvión antiguo. Vista general y detalle de los depósitos superficiales. Sector Bella Unión. 25/08/2014.

3.5.3.12. Macrocoluvión (Col3)

Se denominan así a los coluviones que presentan un área superior a 140 ha. Están compuestos por materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción de la gravedad y depositados en las partes intermedias o al pie de las mismas. Los materiales depositados son una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro-sur cerca al sector Nuevo Triunfo, en la zona sureste cerca al cauce del río Yukianza y en el límite con el cantón Twintza. Se emplaza dentro de los contextos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*.

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* presenta pendiente media, desnivel relativo de 100 a 200 metros, forma de drenaje subparalelo y vertiente cóncava o irregular.

En *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* se aprecia pendiente de media hasta fuerte, desnivel relativo de 50 a 300

metros, forma de drenaje dendrítico y subdendrítico y forma de vertiente cóncava, convexa, irregular, mixta o rectilínea.

3.5.3.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Esta geoforma se compone de materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción combinada de agua, hielo y de la gravedad y depositada al pie de las mismas. Litológicamente se compone de una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos de rocas angulares de distinto tamaño. Esta geoforma se encuentra a ligada los escarpes de deslizamiento (Lh6) antes descritos.

La geoforma se encuentra a lo largo de la franja central del cantón, con tendencia más hacia el este de la misma, se encuentran cerca a los cauces de los ríos Namangosa, Paute, Negro, Upano y San Antonio.

Se presenta en los contextos morfológicos i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, ii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, iii) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y iv) *Medio aluvial amazónico*.

Dentro de la *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* presenta desnivel relativo de 25 a 200 metros, vertiente de perfil longitudinal convexo, irregular o mixto con pendiente media y fuerte.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* se aprecia una mayor extensión de esta geoforma en este contexto. Presenta pendiente muy variada oscila de media hasta fuerte, desnivel relativo de 25 a más de 300 metros y vertiente cóncava, irregular, mixta o rectilínea.

En el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* se presenta desnivel relativo de 25 a 200m, densidad de drenaje medio y grueso, forma de vertiente mixta, irregular y cóncava. En el *Medio aluvial amazónico* presenta desnivel relativo de 50 a 100 metros y forma de vertiente irregular.

3.5.4. Glaciar y periglacial

3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta unidad geomorfológica corresponde a una depresión del terreno en forma de anfiteatro, con bordes elevados, producida por la erosión glaciar en las paredes montañosas o en el nacimiento de los valles.

Se encuentran distribuidos a lo largo del borde occidental del cantón, cercano al límite con el cantón Sevilla de Oro, El Pan y Limón Indanza. Aparece dentro de los contextos morfológicos *Paisajes de Paramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y *Paisajes glaciares*.

En ambos contextos la geología predominante son rocas metamórficas, con vertientes de perfil cóncavo generalmente, pendiente mayoritariamente de fuerte a muy fuerte (de 40 a 100%), longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga y forma de drenaje en general dentrítico.

3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Esta geoforma está formada por la sobreexcavación de un glaciar dentro del circo (Gf1), dejando una depresión en su centro. Generalmente se suele encontrar rellena de depósitos glaciares, formados por till.

Al igual que la anterior geoforma descrita, esta geoforma también se ubica en el borde occidental del cantón. Están incluidos dentro de los contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y *Paisajes Glaciares*.

Presenta un perfil longitudinal cóncavo, pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), desnivel relativo de 5 a 200 metros y longitud de vertiente de corta hasta larga.

3.5.4.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Esta geoforma se origina por la acción erosiva de los glaciares y recibe aporte tanto de los depósitos del mismo glaciar como de depósitos de laderas. Geológicamente estos valles están formados por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till).

Presenta pendientes que oscilan de suave hasta media a fuerte (de 5 a 40%), con valle en U y drenajes de tipo dentrítico. Se desarrollan dentro de los contextos morfológicos *Paisajes de Paramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y *Paisajes Glaciares*.

3.5.4.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Esta geoforma corresponde a los flancos de los fondos de valle glaciar (Gf3). Se ubican principalmente en la zona suroeste del cantón, dentro de los contextos morfológicos *Paisajes de Paramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y *Paisajes Glaciares*.

En ambos contextos esta geoforma se desarrolla en rocas metamórficas. Presenta vertiente de perfil cóncavo con pendiente mayoritariamente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 50 a más de 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga (de 50 a más 500m) y drenaje del tipo dendrítico.

3.5.4.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Los valles glaciares no desembocan en ningún sistema fluvial principal, se encuentran colgado con respecto a otro valle glaciar principal. Se encuentra ubicada en el

extremo suroeste del cantón, entre los límites de los cantones Sevilla de Oro y el Pan con el cantón Santiago.

Presenta pendiente media (de 12 a 25%) con valle en U y drenaje del tipo dentrítico. Aparece en el contexto *Paisajes Glaciares* y se desarrolla en depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de bloque empastados en matriz de grano fino (till) característico de los Depósitos glaciares.

3.5.4.6. Rocas aborregadas (Gf7)

Se forman por la erosión del hielo en movimiento sobre la roca. Esta geoforma está ubicada en la zona occidental del cantón al límite con el cantón Sevilla de Oro, tanto al norte, al centro y al sur del mismo.

Esta geoforma se desarrolla únicamente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Y se asocia a las rocas metamórficas de edad Paleozoica de la Cordillera Real. Presentan pendiente media a fuerte (de 25 a 40%).

3.5.4.7. Laguna glaciar (Gf8)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro oeste del cantón, junto al cerro Alcuquiro. Es una pequeña depresión endorreica, con espejo de agua, de antiguo origen glaciar. Esta dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

3.5.4.8. Morrena lateral (Gd2)

Las morrenas son sedimentos glaciares no estratificados, este tipo en particular se ubica en los flancos laterales de los fondos de valle glaciar (Gf3). Los materiales que constituyen esta geoforma corresponden a Depósitos glaciares compuestos de depósitos pobremente clasificados, con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till).

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona suroeste del cantón, cerca al cerro Tintas y al límite con el cantón Limón Indanza. Aparece dentro del contexto morfológico de *Paisajes de Paramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Esta unidad geomorfológica presenta vertientes de perfil rectilíneo con cima redondeada, desnivel relativo de 200 a 300 metros, longitud de vertiente muy larga y pendiente fuerte (de 40 a 70%).

3.5.4.9. Morrena frontal, arco morrénico (Gd3)

Esta geoforma al igual que la anterior (Gd2) corresponde a sedimentos glaciares no estratificados. Indica la posición del frente glaciar al momento de su depósito. Se encuentra en la zona oeste del cantón, cercana al límite con el cantón Sevilla de Oro.

Presenta vertiente de perfil longitudinal cóncavo con cima redondeada, desnivel de 50 a 100 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) y pendiente media (de 15 a 25%). Se asocia al contexto *Paisajes glaciares* y se desarrolla en Depósitos glaciares.

3.5.4.10. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Un depósito glaciar modelado por acción fluvial es cualquier tipo de depósito glaciar (morrenas, fondos de valle, drumlins, etc.) que, por retroceso de las condiciones glaciares, ha sido remodelado por corrientes fluviales. Su litología corresponde a depósitos superficiales de tipo fluvio-glaciar, y está compuesta por bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas.

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona noroeste del cantón, a ambos lados del cerro Gigantones. Aparece en el contexto *Paisajes glaciares*. Presenta pendiente media (de 12 a 25%) con vertiente del tipo cóncava y drenaje dentrítico y subdentrítico.

3.5.4.11. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial

Son afloramientos rocosos, sin suelo o en proporción muy baja, que no dan lugar a ninguna otra geoforma del medio glaciar-periglacial. Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona oeste del cantón.

Esta unidad geomorfológica se desarrolla dentro del contexto morfológico de *Paisajes glaciares* y se asocia a la litología rocas metamórficas del Paleozoico. Presentan pendiente fuerte hasta muy fuerte (de 40 a 100%), desnivel relativo de 50 a 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga (de 50 a más 500 metros), drenaje dendrítico y forma de vertiente cóncava o irregular.

3.5.4.12. Rocas en crestas y cuchillas

Es un tipo de afloramiento rocoso en ambiente periglacial, se utiliza solo para conjuntos rocosos de estas características en ambiente-periglacial, pero no ligados a los bordes de circos bien conservados ni a interfluvios de cimas estrechas.

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona oeste del cantón en el sector Cerro Negro, cerca al límite con el cantón Sevilla de Oro. Se emplaza dentro del contexto morfológico de *Paisajes de Paramo con modelado Periglacial y Huellas glaciares poco marcadas*.

Se desarrolla en rocas metamórficas con pendiente escarpada (de 100 a 150%), vertiente de perfil cóncavo, desnivel de 100 a 200 metros y longitud de vertiente moderadamente larga.

3.5.4.13. Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques

Esta geoforma se origina debido a la acción de rotura del hielo sobre macizos rocosos. Los ríos de bloques se localizan en fondos de valle o vaguadas. Esta geoforma se encuentra ubicada en el suroeste del cantón, en el límite con el cantón Limón Indanza, y junto al sector del Cerro Campanas.

Esta dentro del contexto morfológico *Paisajes de Paramo con modelado Periglacial y Huellas glaciares poco marcadas*. Se asocia a las rocas metamórficas con pendiente fuerte, desnivel relativo entre 200 y 300 metros, longitud de vertiente larga (de 250 a 500 metros), forma de drenaje dendrítico y forma de vertiente cóncava.

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

Se encuentra ubicada en una pequeña superficie en la zona centro sur del cantón, cercana a los sectores de Plan Grande y San Luis de El Acho. Se encuentra dentro de los contextos morfológicos *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales, y Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Esta geoforma se desarrolla únicamente en la Formación Mera de edad Cuaternaria y está compuesta por arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada. Presenta pendiente de muy suave hasta suave (de 2 a 12%).



Foto 32. Superficie de mesa o meseta. Sector Plan Grande. 25/08/2014.

3.5.5.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Esta geoforma similar a la anterior (Eh1), presenta mayor disección. Se encuentra ocupando una pequeña superficie en el centro del cantón, está cercana al sector de Bella Unión.

Se desarrolla dentro del contexto morfológico de *Piedemontes distales, sin cobertura de Cenizas Volcánicas*. Al presentarse en este contexto geológicamente se asocia con la Formación Mera del Cuaternario, típica de este contexto. Presenta pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo de 15 a 25 metros, longitud de vertiente moderadamente larga con drenaje del tipo subdendrítico. Las disecciones de esta geoforma presentan vertientes de perfil cóncavo con valle plano y cima redondeada.

3.5.5.3. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Esta geoforma ligada a las descritas anteriormente (Eh1 y Eh2) se encuentra ocupando una pequeña superficie en el centro del cantón, a lo largo de la margen izquierda del río Upano.

Esta incluida dentro de los contextos morfológicos *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales y Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Dentro del contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* se desarrolla en las Formaciones: Napo (Cretácico) y Mera (Cuaternario). En este contexto presenta pendientes que oscilan de media hasta fuerte (de 12 a 70 %), desnivel relativo de 15 a 200 metros; longitud de vertiente moderadamente larga hasta muy larga, con forma de drenaje dendrítico y subparalelo y forma de vertiente rectilínea.

En el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* la litología está compuesta por Formación Mera (arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada). Presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo entre 100 y 200 metros; longitud de vertiente de moderadamente larga hasta larga (de 50 a 500 metros). Drenaje del tipo subdendrítico y subparalelo y forma de vertiente mixta. En campo se caracterizó un afloramiento rocoso perteneciente a la Formación Mera, compuesto por arenisca de grano grueso.



Fotos 33 y 34. Vertiente de mesa o meseta. Vista general y detalle del macizo rocoso, Fm. Mera. Sector Plan Grande. 25/08/2014.

3.5.5.4. Superficie de cuesta (Ei1)

Se denomina superficie de cuesta a la superficie estructural que sigue la dirección de buzamiento de las capas inclinadas entre (2-25%). Esta geoforma se ubica en dos franjas a los lados del río Upano, en la zona centro-oriental del cantón.

Aparece en los contextos *Cordillera del Cutucú* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*. En ambos contextos esta geoforma presenta pendiente media (de 12 a 25%), y vertiente de perfil irregular, mixta o rectilínea.

En la *Cordillera del Cutucú* esta geoforma se desarrolla en las Formaciones: Santiago de edad Jurásica, Chapiza de edad Jurásica-Cretácico y Hollín de edad Cretácica. Presenta desnivel relativo de 50 a más de 300 metros. Longitud de vertiente de larga hasta muy larga con drenajes del tipo subdendrítico y subparalelo.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* se asocia con las Formaciones: Hollín, Napo y Grupo Margajitas, todas de edad Cretácica. En este contexto esta geoforma se caracteriza por presentar desnivel relativo entre 15 y 200 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga, a demás forma de drenaje paralelo, subdendrítico y subparalelo.

En campo se identificó una secuencia de lutitas con areniscas cuarzosas de color crema como se ve en la foto, perteneciente a la Formación Hollín dentro de la *Cordillera del Cutucú*.



Fotos 35 y 36. Superficie de cuesta correspondiente a las areniscas de la Fm. Hollín. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Patuca. 07/08/2014.

3.5.5.5. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Esta geoforma es igual a la descrita anteriormente (Ei1), pero presenta un mayor grado de disección. Se encuentra ubicada en la zona norte y noreste del cantón. Al norte se encuentra ubicada cercana al río azul y la Loma Peña Blanca; y en el noreste entre la margen derecha del río Yuripasa, y las lomas de Panecillo Tetsu Naint.

Esta unidad geomorfológica se desarrolla únicamente en el contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y se asocia con las Formaciones: Hollín, Napo y Grupo Margajitas, todas del Cretácico.

Se caracterizan por pendiente media (de 12 a 25%), las disecciones de esta geoforma presenta desnivel relativo entre 15 a 50 metros, longitud de vertiente de corta hasta moderadamente larga, valles en forma de U y V con cimas agudas y redondeadas, drenajes del tipo dendrítico, asimétrico, y subdendrítico y vertientes de perfil cóncavo o rectilíneo. En campo se identificó un macizo constituido por intercalaciones de lutita arenosa y arenisca fina, de color claro, pertenecientes a la Formación Hollín.



Foto 37 y 38. Superficie de cuesta disectada correspondiente a las areniscas de la Fm. Hollín. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector las Lomas de Panecillo Tetsu Naint. 23/08/2014.

3.5.5.6. Frente de cuesta (Ei3)

Corresponde al abrupto de las superficies descritas anteriormente (Ei1 y Ei2). Esta geoforma está distribuida en las zonas norte, este y sureste del cantón. Se desarrolla en los contextos *Cordillera del Cutucú y Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. En ambos contextos el desnivel relativo varía generalmente de 15 a 200 metros.

En contexto *Cordillera del Cutucú* está asociada a las Formaciones: Santiago, Hollín, Chapiza. Se caracteriza por pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70 %), longitud de vertiente de corta hasta moderadamente larga, forma de drenaje subdendrítico y subparalelo y forma de vertiente mixta o rectilínea.

Por otro lado en el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* se asocia con las Formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas. Esta geoforma presenta pendiente fuerte hasta muy fuerte (de 40 a 100 %), longitud de vertiente de corta hasta larga (de 15 a 500 metros), forma de drenaje subparalelo y forma de vertiente irregular, mixta o rectilínea. En campo se identificó un afloramiento de lutitas negras como se ve en la foto, perteneciente al Grupo Margajitas.



Fotos 39 y 40. Frente de cuesta sobre lutitas negras del Grupo Margajitas. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Loma Peña Blanca. 24/08/2014.

3.5.5.7. Vertiente de cuesta (Ei4)

Esta geoforma se encuentra por debajo de los frentes de cuesta (Ei3), y corresponde a la parte terminal de la cuesta. Esta geoforma está ubicada en las zonas centro, este y centro-sur del cantón. En la zona centro cerca del sector Singuintza, hacia el este cerca al sector Panía y El Churo y al centro-sur en el sector Plan Grande.

Están incluidas dentro de los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales y Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* esta geoforma presenta desnivel relativo de 50 a 200 metros

con vertientes de perfil irregular o mixta y drenajes del tipo subparalelo y subdentrítico. Y se desarrolla geológicamente en las Formaciones Santiago, Chapiza y Hollín.

En el contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* presenta desnivel relativo de 25 a más de 300 metros, forma de vertiente irregular o rectilínea y forma de drenaje paralelo, subdendrítico, y subparalelo. La geología predominante corresponde a las Formaciones Napo y Grupo Margajitas.

En ambos contextos estas vertientes presentan pendientes que oscilan de media hasta fuerte (de 12 a 70%) y longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga. En campo se identificó un afloramiento perteneciente al Grupo Margajitas compuesto por lutitas plegadas como se observa en la foto.



Fotos 41 y 42. Vertiente de cuesta en Grupo Margajitas. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Singuiantza. 24/08/2014.

3.5.5.8. Superficie de chevron (Ei5)

Esta geoforma se diferencia de las superficies de cuesta (Ei1), además de su faceta triangular por presentar una mayor inclinación (25 a 150%) de las capas estructurales que la componen. En el cantón Santiago esta geoforma se ubica en la zona oriental y central, abarcando gran superficie.

Se encuentra emplazada dentro de los contextos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. En ambos contextos estas superficies poseen pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel relativo entre 25 y 300 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga.

Particularmente en el contexto *Cordillera del Cutucú* se desarrolla en las Formaciones Santiago, Chapiza y Hollín. Presenta además forma de drenaje subdendrítico y subparalelo y vertiente de perfil mixto, rectilíneo, cóncavo o irregular.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* la geología preponderante pertenece a las Formaciones: Hollín, Napo y Grupo Margajitas, forma de drenaje paralelo, subdendrítico y subparalelo y vertiente mixta o rectilínea.

En campo se identificó una superficie de chevron constituida por la Formación Hollín como se muestra en la foto. Se describió en este macizo rocoso una secuencia de areniscas cuarzosas finas de color blanca intercaladas con lutitas de color crema.



Fotos 43 y 44. Superficie de chevron sobre la Fm. Hollín. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Tayuza. 06/08/2014.

3.5.5.9. Frente de chevron (Ei6)

Esta geoforma corresponde al abrupto o escarpe de las superficies de chevron antes descritas (Ei5). Se encuentra ubicada en la zona oriental del cantón. Esta geoforma se caracteriza por su elevada pendiente. En este cantón mayoritariamente la pendiente es fuerte (40 a 70%), y desnivel relativo varía generalmente entre 50 y 300 metros.

Aparece al igual que muchas geoformas de carácter estructural, en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

En el contexto *Cordillera del Cutucú* se desarrolla en las Formaciones Santiago, Chapiza, Hollín. Mientras que en *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* esta geoforma está asociada a las Formaciones Hollín y Napo.



Foto 45. Frente de chevron. Sector San Francisco de Chinimbimi. 06/08/2014.

3.5.5.10. Vertiente de chevron (Ei7)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona oriental del cantón, abarcando gran superficie. Se encuentran dentro de los contextos morfológicos de *Cordillera del Cutucú* y *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Dentro del contexto *Cordillera del Cutucú* se caracteriza por una amplia diversidad en la forma de la vertiente (convexa, irregular, mixta o rectilínea), la pendiente oscila de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo entre 25 a más de 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga, con drenaje del tipo subdendrítico y subparalelo y se asocia a las Formaciones Santiago, Chapiza y Hollín.

En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* esta geoforma se presenta en las Formaciones Hollín y Napo. Desarrolla pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel relativo de 25 a 200 metros, longitud de vertiente moderadamente larga a larga con drenaje subparalelo y forma de vertiente irregular o mixta.

3.5.5.11. Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)

Esta geoforma se encuentra ubicada en todo el noreste del cantón. Esta dentro de las zonas comprendidas entre la Cordillera Taon Naint, y el río Yurupasa. Se asocia a los contextos morfológicos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Esta unidad geomorfológica dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se desarrolla en la Formación Chapiza compuesta de capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo. Presenta pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel relativo de 25 a 200 metros, longitud de vertiente moderadamente larga y vertiente de perfil mixto con cima aguda.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* se presenta en las Formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera. Se caracteriza por tener pendiente muy variada, oscila de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de 5 a más de 300 metros, longitud de vertiente de corta a muy larga. Posee varias formas de drenaje como dendrítico, paralelo, subdendrítico y subparalelo y vertiente irregular o mixta con cima aguda.



Fotos 46 y 47. Relieves escalonados en capas inclinadas. Vista general en el Sector Tayusa. 07/08/2014. Detalle del macizo rocoso calizas de la Fm Napo. Sector Santiago de Méndez. 27/08/2014.

3.5.5.12. Restos de superficie estructural (Esr)

Esta geoforma hace referencia a partes aisladas de una superficie estructural que no conserva sus características morfológicas estructurales. En el cantón Santiago esta geoforma se encuentra distribuida en la zona sureste del cantón, cerca al cauce del río Namangoza, y al límite con el cantón Limón Indanza. Esta incluida dentro de los contextos morfológicos, *Cordillera del Cutucú y Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Dentro del contexto *Cordillera del Cutucú* esta geoforma tiene una mayor representación. Este contexto se desarrolla en las formaciones Santiago, Chapiza y Hollín. Presenta pendiente que varía de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de entre 25 a 300 metros, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga y la forma del drenaje es subdendrítico y subparalelo.

En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* la geología representativa es la Formación Napo compuesta de areniscas y lutitas con calizas subordinadas, caliza gris fosilífera, lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas. La pendiente es media (de 12 a 25%) con desnivel relativo entre 25 y 50 metros, longitud de vertiente moderadamente larga y forma de drenaje subdendrítico.

En campo se identificó un afloramiento que corresponde a la Formación Santiago que está compuesta de lutitas de color crema con una capa de lutitas negras, ambas de grano fino.



Fotos 48 y 49. Restos de superficie estructural sobre la Fm. Santiago. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Piankas. 05/08/2014.

3.5.6. Tectónico-erosivo

3.5.6.1. Relieve colinado muy bajo (Rt2)

Esta geoforma se caracteriza por un desnivel típico de 5 a 15 metros. Se ubica en la zona noreste del cantón, en el sector San Francisco de Chinimbimi. Se emplaza únicamente en contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Dentro de este contexto se desarrolla en la Formación Hollín compuesta de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas. Presenta pendiente de suave hasta media (de 5 a 25%), longitud de vertiente corta y moderadamente larga, vertiente de perfil convexo o cóncavo con cimas redondeadas y valles en V.

3.5.6.2. Relieve colinado bajo (Rt3)

Estos relieves se ubican al noreste del cantón en los sectores San Francisco de Chinimbimi y Tayusa. Esta geoforma se caracteriza por desnivel relativo de 15 a 25 metros. Se presenta en los contextos morfológicos *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales y Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* se desarrolla geológicamente en las Formaciones Mera y Grupo Margajitas. Presenta pendiente media hasta fuerte (de 25 a 40%), longitud de vertiente corta y moderadamente larga, vertiente convexa o mixta y forma de valle en V y U con cima redondeada.

Por otro lado en el contexto morfológico *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* se desarrolla íntegramente en la Formación Mera constituida de arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada, esta composición se pudo identificar en el sector San Francisco de Chinimbimi como se observa en la foto. Presenta pendiente media, longitud de vertiente moderadamente larga, vertiente de perfil rectilínea con forma de valle en V y cima redondeada.



Fotos 50 y 51. Relieve colinado bajo sobre la Fm. Mera. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector San Francisco de Chinimbimi. 06/08/2014.

3.5.6.3. Relieve colinado medio (Rt4)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona central, este y sur del cantón. En el centro está cerca al sector de San Luis de El Acho, en el este cerca a la Cooperativa Israel, y en el sur cerca al río Namakunts, al sector Piankas y al sector San Simón Ipiakum. Esta unidad geomorfológica se caracteriza por un desnivel relativo 25 a 100 metros.

Los contextos morfológicos en los que se encuentra son: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*, ii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, y iii) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*.

Dentro del contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* esta geoforma aparece representada en las Formaciones Santiago, Chapiza y Hollín. En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* la geología representativa corresponde a las Formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera. En *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* se asocia geológicamente con las Formaciones Hollín y Mera.

Las características morfológicas y morfométricas se mantienen en todos los contextos morfológicos, tal es así, que se observa pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%), longitud de vertiente moderadamente larga, forma de valle en V y en U con cima aguda o redondeada y vertiente cóncava, convexa, mixta o rectilínea.

En campo se identificó un afloramiento correspondiente a la Formación Mera dentro del contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* constituido por capas de areniscas, arcillas y conglomerados.



Fotos 52 y 53. Relieve colinado medio sobre la Fm. Mera. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Chinganaza Nuevo. 25/08/2014.

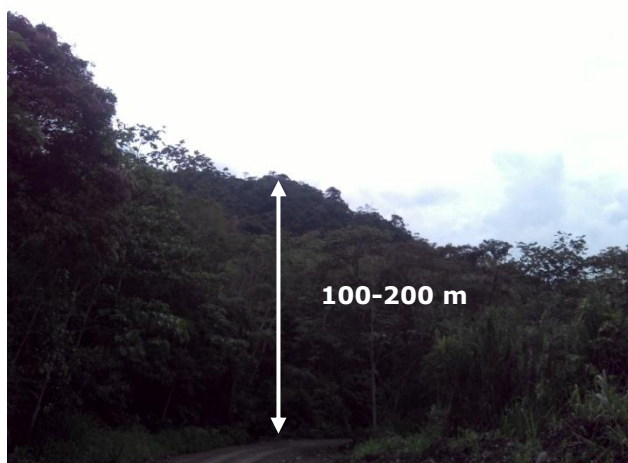
3.5.6.4. Relieve colinado alto (Rt5)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro del cantón, estos relieves se encuentran distribuidos a la margen izquierda del Río Upano. Su rasgo principal es el desnivel 100 a 200 metros.

Se asocia con los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales y Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* presenta pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), longitud de vertiente muy larga, forma de valle en V, cima redondeada y vertiente convexa. Geológicamente se desarrolla en la litología Formación Chapiza compuesta por capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas, lavas y piroclastos abundantes hacia techo.

Dentro del contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* presenta más variabilidad morfológica y morfométrica, tal es así, que se aprecian pendientes de media hasta fuerte generalmente, longitud de vertiente larga y moderadamente larga, forma de valle en V y U, cima redondeada y aguda, vertiente irregular, mixta o rectilínea. En cuanto a geología esta geoforma se desarrolla en las Formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera. Como se observa en la foto se identificó calizas de estructura nodulosas, negras y muy finas correspondientes a la Formación Napo.



Fotos 54 y 55. Relieve colinado alto sobre la Fm. Napo. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Nuevo Triunfo. 26/08/2014.

3.5.6.5. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona oriental y central del cantón. Al este en el sector de Panía, en el centro-este por el sector de Bella Unión y Patuca, en la zona central cerca a los sectores de Yucal y Centro Kuchiankos y al sureste en el sector de San Simón Ipiakum. Se caracteriza por desnivel relativo de 200 a 300 metros.

Se emplaza en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*. En ambos contextos se aprecian valles en V.

Geológicamente dentro del contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* esta geoforma se asocia con las Formaciones Chapiza y Hollín. Presenta pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 40%), drenaje de tipo subdentrítico y vertientes de perfil convexo, irregular o mixto con cimas agudas o redondeadas.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* esta geoforma se desarrolla en las Formaciones: Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera. Se caracteriza por pendiente fuerte, vertiente irregular o mixta con cima aguda y drenaje subdentrítico y subparalelo.

En ambos contextos se aprecia longitud de vertiente larga y muy larga con valles en V. En campo se identificó la Formación Mera compuesta por conglomerados y areniscas con estratificación cruzada, los materiales están poco consolidados.



Fotos 56 y 57. Relieve colinado muy alto. Vista general en el Sector San Simón Ipiakuim. 05/08/2014. Detalle de macizo rocoso sobre Fm. Mera en el Sector Bella Unión. 27/08/2014.

3.5.6.6. Relieve montañoso (Rt7)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la central y oriental del cantón. Su rasgo principal es desnivel relativo mayor a 300 metros. Se desarrolla en cuatro contextos dos de Sierra y dos de Amazonía

En la región Sierra se desarrolla en los contextos: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con y sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, en estos contextos se asocia con las Rocas metamórficas de edad Paleozoica. Se presenta mayoritariamente pendiente fuerte y escarpada, longitud de vertiente muy larga, valles en V y forma de drenaje subdentrítico. En cuanto a la forma de cima y vertiente se observan diferencias muy claras, tal es así, que en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica* predominan vertientes rectilíneas con cima redondeada, mientras que en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica* las vertientes son de perfil mixto y cimas agudas.

En la Amazonía en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* estos relieves se desarrollan en las Formaciones: Santiago y Chapiza del Jurásico y Jurásico-Cretácico respectivamente. Presenta de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), longitud de vertiente muy larga, vertientes de perfil irregular, convexa o mixta con cima aguda o redondeada.

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* la geología se compone por las Formaciones: Hollín, Napo y Grupo. Se presenta pendiente de media a fuerte hasta muy fuerte (de 25 a 100%), forma de vertiente irregular o mixta con cima aguda.



Fotos 58 y 59. . Relieve montañoso sobre Gneis. Vista general y detalle del macizo rocoso. Sector Copal. 26/08/2014.

3.5.7. Poligénicas

3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma corresponde a depósitos de transición entre las laderas y los valles, básicamente rellenando vaguadas o fondos de valle, cuyos materiales proceden tanto de la ladera como de una restringida dinámica fluvial a través del valle.

Se encuentra distribuido por todo el cantón. Se ubica en seis de los once contextos descritos en el cantón: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, ii) *Medio aluvial de Sierra* iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* v) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y vi) *Medio aluvial amazónico*.

En todos los contextos guarda cierta similitud con respecto a las características o atributos. La pendiente transversal varía de media hasta fuerte (de 12 a 70%) con valles generalmente en V y menor incidencia planos y drenajes del tipo dentrítico y subdentrítico.

La litología atribuida a esta geoforma es limos, arcillas, arenas, gravas y bloques que corresponde a Depósitos coluvio aluviales. En campo se identificó un depósito constituido de arcilla (5%), limo (10%), arena (25%), grava (30%) y bloques redondeados (30%).



Fotos 60 y 61. Coluvio-aluvial reciente. Sector La Dolorosa. 26/08/2014.

3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma es similar a la descrita anteriormente (Coa1). Esta geoforma presenta un mayor grado de disección y un desarrollo significativo de vegetación pionera. Esta geoforma se encuentra distribuida mayoritariamente en la zona oriental del cantón, cerca a los cauces de muchos ríos del cantón, en el suroeste al río Arenillas, en el centro sur sobre los ríos Mesanguime y Wiawaime, en el centro en los ríos Ponshera, Pescado y Yuca, en el Este en los ríos Tayuza, Agua Clara Grande, Agua Chica, Nungunde, y Panía, y en el sureste en el río Yukianza.

Esta geoforma se presenta en cinco contextos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* iii) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* iv) *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* y v) *Medio aluvial amazónico*.

En todos estos contextos la litología corresponde a Depósitos coluvio aluviales constituidos por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques. Presenta en general pendientes transversales que varían de suave hasta fuerte (de 5 a 70%) y forma de valle en V, plano y en U.

En el sector Patuca se describió un depósito superficial compuesto por limo (10%), arena (45%), grava (25%) y bloques redondeados (20%). Este coluvio-aluvial se ha desarrollado en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales*.



Fotos 62 y 63. Coluvio-aluvial antiguo. Vista general y detalle de depósito superficial. Sector Patuca. 07/08/2014.

3.5.7.3. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona este del cantón, en el límite con el cantón Logroño. Esta incluida dentro del contexto morfológico de Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas.

Geológicamente se desarrolla en la Formación Hollín constituida de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas. Presenta pendiente media (de 12 a 25%) y las disecciones en esta geoforma se caracterizan por desnivel relativo de 25 y 50 metros, longitud de vertiente moderadamente larga, forma de drenaje dendrítico, valle en forma de U con de vertiente convexa y cima redondeada.

3.5.7.4. Superficie inclinada (Si2)

Superficie de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar una superficie de menor pendiente dentro de una ladera, a modo de hombrera inclinada; también para una forma de piedemonte sin posibilidad de adscripción a una geoforma más específica.

Se ubican la zona central, noreste y sur del cantón. En la zona central está cerca a los sectores de Yucal y Chupianza Chico, en el noreste cerca a los Cerros del Mirador, y en el sureste rodeando el sector de San Simón Ipiakum.

Aparece en dos contextos de la Amazonía, *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. En ambos contextos generalmente predominan pendientes entre media hasta media a fuerte, longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga y drenaje del tipo subdendrítico y paralelo.

En el contexto *Cordillera del Cutucú* esta geoforma se asocia con las Formaciones: Santiago, Chapiza y Hollín. Presenta desnivel relativo de 15 a 200 metros con vertientes de perfil rectilíneo o mixto.

Dentro del contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* estas superficies se desarrollan en las Formaciones Hollín, Napo y Grupo Margajitas. Se describen dentro de este contexto vertientes de perfil cóncavo, rectilíneo o mixto con desnivel de 15 a más de 300 metros.



Foto 64. Superficie inclinada. Sector Chupianza Grande. 26/08/2014.

3.5.7.5. Superficie inclinada disectada (Si3)

Esta geoforma es similar a la descrita anteriormente (Si2). Está ubicada en la zona oriental del cantón. Es una geoforma meramente descriptiva y simplemente denota una superficie con una cierta pendiente, con disección.

Esta unidad geomorfológica se presenta en los contextos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales y Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas*. En ambos contextos tienen una longitud de vertiente moderadamente larga y forma de drenaje subdendrítico.

Con respecto a la geología, en el contexto *Cordillera del Cutucú* predominan las Formaciones: Santiago y Chapiza. La pendiente oscila de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), las disecciones presentan desnivel relativo de 25 a 50 metros, forma de valle en V con vertientes del tipo convexo, mixto o rectilíneo y cima aguda y redondeada.

En el contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* la litología correspondiente a la Formación Mera (arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada). Esta geoforma presenta pendiente media (de 12 a 25%) y en las disecciones desnivel relativo de 15 a 50 metros, valles en U con vertientes mixtas y cimas redondeada.

3.5.7.6. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Esta geoforma representa el abrupto o escarpe de las superficies inclinadas (Si2 y Si3). Se encuentra ocupando una porción muy pequeña del área de estudio, en la zona central del cantón, entre el río Paute y el río Ponshera.

Esta dentro del contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y se desarrolla en la Formación Napo de edad Cretácica. La litología de esta formación está compuesta por areniscas y lutitas con calizas subordinadas, caliza gris fosilífera, lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilizadas. Presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo entre 15 y 25 metros, longitud de vertiente moderadamente larga y vertiente rectilínea.

3.5.7.7. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta geoforma está ubicada en la zona sureste del cantón, cerca del río Namakunts. La geoforma se encuentra en las crestas de los relieves, siendo una divisoria de aguas con formas redondeadas.

Aparece en los contextos morfológicos *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real), Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) y Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales,*

En el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se asocia íntegramente a rocas metamórficas del Paleozoico y presentan pendiente fuerte (de 40 a 70%).

En la *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales.* Se desarrolla en las Formaciones Chapiza y Santiago con pendiente predominante pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%).

3.5.7.8. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Es similar a la anterior geoforma (Ar1), con la diferencia de que esta geoforma presenta forma de cima estrecha. Se encuentra distribuida en la zona oriental y occidental del cantón. En el noroeste esta cerca al cerro Gigantones, en el centro oeste cerca al cerro Alcuquiro y cerro El Carmelo, al suroeste cerca al cerro Galápagos, en el noreste cerca al centro Natientza, y en el sureste en el sector de Nuwenait

Esta geoforma se encuentra generalmente relacionada a la región Sierra en donde cubre un área mayor que en la Amazonía (aproximadamente 18 km²).

En la región Sierra se presenta en los contextos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica* iv) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica* y v) *Vertientes y*

relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional). En todos los contextos de Sierra esta geoforma se desarrolla en Rocas metamórficas y presenta pendiente mayoritariamente de fuerte a muy fuerte (de 40 a 100%).

Dentro de la región Amazonía tiene una pequeña representación. Aparece en los contextos *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* se presenta en las Formaciones: Santiago y Chapiza y tiene mayoritariamente pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%).

En el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* esta geoforma se desarrolla en Grupo Margajitas compuesta por esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras. Presenta pendiente media y fuerte.

3.5.7.9. Macizo rocoso

Es un conjunto rocoso que destaca morfológicamente sobre el entorno, mayoritariamente desprovisto de formaciones superficiales, suelos y vegetación. Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona occidental del cantón. En el noroeste se encuentra cerca al cerro Gigantones, y en el centro-oeste junto al cerro Gualaceo.

Pertenece al contexto morfológico de *Paisajes glaciares*. Presenta pendiente escarpada y fuerte, desnivel relativo entre 100 y 300 metros, longitud de vertiente de larga hasta muy larga, forma de drenaje dendrítico, cima aguda y redondeada, y forma de vertiente cóncava.

3.5.7.10. Afloramientos rocosos

Los afloramientos rocosos, de cualquier contexto, simplemente son áreas donde aflora la litología del sustrato rocoso y son suficientemente extensas para cartografiarlas.

Esta geoforma se encuentra ocupando una porción muy pequeña del área de estudio. Se ubica en la zona central del cantón, entre el río Paute y el río Ponshera. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*. Estos afloramientos pertenecen a la Formación Hollín conformada de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con escasas intercalaciones de lutitas arenosa. Presenta pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo entre 15 y 25 metros, longitud de vertiente moderadamente larga, forma de drenaje subparalelo con vertiente convexa.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Santiago tiene 4.655 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 3.480 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay). Está situado mayoritariamente en la región Amazonía, aunque incluye una porción de región Sierra, del orden del 41% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 400 metros hasta un máximo de 3.700 metros.

En el cantón Santiago se pueden diferenciar once dominios fisiográficos, los cuatro primeros enmarcados en la región Sierra y el resto en la región Amazonía.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** El área que ocupa este dominio corresponde al 5,7% del territorio esto equivale a 67 km² aproximadamente. Se desarrolla únicamente en la Cordillera Real, en la zona occidental del cantón. Dentro de este dominio aparecen los contextos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*.

Las geoformas mas características se relacionan con génesis Glaciar y periglaciario como circos glaciares, vertientes de valle glaciar, fondos de valle glaciar y afloramientos rocosos en ambiente periglaciario. Se han identificado también geoformas de génesis Laderas y Poligénicas aunque en menor representación, tal es así, que hay geoformas como vertientes rocosas e interfluvios de cimas estrechas. Las geoformas dentro este dominio predominantemente presenta pendientes fuerte y muy fuerte.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Este dominio se emplaza en la zona occidental del cantón por debajo de las Cimas Frías. Ocupa un área de 407 km², equivalentes al 34,7% del área estudiada. Se desarrolla en los contextos morfológicos: *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Geológicamente se desarrolla sobre rocas metamórficas y un cuerpo intrusivo de granodiorita. Presenta mayoritariamente pendiente muy fuerte (de 70 a 100%). Las geoformas mas características en este dominio son: vertientes abruptas con fuerte disección, vertientes rectilíneas con abruptos, vertientes rectilíneas con fuerte disección y relieves montañosos.

3. **Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Es dominio con menor influencia dentro del cantón, ocupa solo 11 ha del territorio estudiado. Se ubica en el borde occidental. Se incluye dentro de este dominio al contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Las geoformas más representativas en este dominio son de modelado de Laderas como vertientes abruptas con fuerte disección. Geológicamente se desarrollan en rocas metamórficas de edad Paleozoica.

4. **Medio aluvial de Sierra.** Este dominio ocupa el 0,75% del territorio estudiado. Corresponde a las cuencas altas de los ríos Gualaceo, Pambil, y Negro. No presenta el desarrollo de grandes valles fluviales. Las geoformas más representativas son del tipo erosivo como valles en V y encañonamientos y se encuentran incidiendo las rocas metamórficas de la Cordillera Real.
5. **Zona Subandina.** Se emplaza en la zona oriental en ambos márgenes del río Upano. Es el dominio con mayor área dentro del cantón Santiago, ocupa el 52,6% del área estudiada. Dentro de este dominio se desarrollan dos contextos: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

En el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales* es el contexto de mayor extensión en todo el cantón. Geológicamente está representado por las formaciones Santiago, Chapiza y Hollín. Dentro de la Formación Hollín que predomina en las cotas más bajas el modelado es de carácter Estructural caracterizado por chevrones y cuevas, mientras que en las cotas altas del contexto donde se aprecia una gran influencia de la Formación Santiago el modelado es del tipo Tectónico-Erosivo y Estructural como relieves colinados y además restos de superficies estructurales.

El contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* hace referencia al Corredor Macas-Méndez. La geología asociada corresponde a las formaciones Hollín, Napo, Grupo Margajitas y Mera. El modelado predominantemente Estructural presenta geoformas como Relieves escalonados en capas inclinadas y cuevas. Las geoformas del tipo Tectónico-erosivo se presentan en menor extensión que las anteriores y están representadas por relieves colinados.

6. **Amazonía Periandina.** Se emplaza en la zona oriental del cantón y ocupa una extensión aproximada de 28 km², que equivalen al 2,4% del área de estudio. El contexto *Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas* es el único en este dominio dentro del cantón Santiago. El modelo de este contexto lo dan las geoformas de Fluvial y Ladera, entre estas geoformas tenemos testigos de cono de esparcimiento y coluviones antiguos. En cuanto a geología la Formación Mera es la que se representa mayoritariamente en este contexto. En menor representación se observa la presencia de las Formaciones Chapiza, Hollín, Napo y depósitos de ladera (coluvial y derrumbes).
7. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa 45 km² y se ubica en la zona centro-este del cantón. Se encuentra principalmente representado por el río Upano, además de los ríos Yurupasa, Tayusa, Namangosa, Negro, Paute, Yungantza.

Las geoforma más representativa de este dominio son encañonamientos y terrazas bajas y cauces actuales, además de terrazas colgadas.

La estructura más importante en el cantón Santiago es la Cordillera del Cutucú que corresponde a un anticlinal muy levantado. Se ubica en la zona oriental del cantón y se encuentra representado por las Formaciones Santiago (Jurásico), Chapiza (Jurásica-Cretácico) y Hollín (Cretácico).

Los rasgos característicos de la Amazonia son el resultado de varios factores que se han llevado a cabo simultáneamente en diversas escalas de tiempo y espacio. Hacia el este, el mar, en el cual se depositaron alternativamente desde el inicio de la era secundaria, sedimentos marinos y continentales.

La intensa actividad tectónica que se ha desarrollado en la *Cordillera del Cutucú* ha afectado el flanco occidental de la esta estructura, provocando una erosión diferencial del anticlinal que representa a esta cordillera. En la zona oriental del cantón donde se ubica esta mega estructura, se puede apreciar que las formaciones más jóvenes que la integran como la Formación Hollín se emplazan en las cotas inferiores entre 500 y 900 msnm, mientras que las más antiguas como las Formaciones Chapiza y Santiago se ubican en cotas superiores por encima de los 900 msnm hasta los 2.000 msnm. El plegamiento, levantamiento y posterior erosión de esta estructura da como resultado la particular disposición de las formaciones antes mencionadas.

Otro factor que influiría, es la composición litológica de las formaciones. En el caso de la Formación Hollín de edad Cretácica está constituida por areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas arenosas, esta composición beneficia la formación de cuevas y chevrones y en comparación con las otras formaciones presenta menor resistencia a la erosión. Por otro lado las Formaciones Santiago y Chapiza que en su composición presentan materiales volcánicos ofrecen una mayor resistencia a la acción erosiva que se desarrolla en la Amazonia.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

Clapperton, C.M., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier*. Amsterdam, 779 p.

Colombo, F., y Martí, J., 1992. Depósitos volcano-sedimentarios. En: Sedimentología, colección Nuevas tendencias. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*. Madrid, 271-345.

CLIRSEN, 1998. Estudio geomorfológico del cantón Guayaquil. *Informe no publicado*. Quito, 34 p.

CLIRSEN, 2012. proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000". Geomorfología. Metodología (versión 2012). *Informe no publicado*. Quito, 36 p.

Coltorti, M., y Ollier, C.D., 2000. Geomorphic and tectonic evolution of the Ecuadorian Andes. *Geomorphology*, 32, 1-19.

Duque, P., 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. *CODIGEM*. Quito, 102 p.

Gutiérrez, M., 2008. Geomorfología. *Pearson Educación, S.A.* Madrid, 898 p.

IEE, 2013. Base conceptual de la cartografía geomorfológica y de amenaza por tipo de movimiento en masa. *Informe no publicado*. Quito, 114 p.

Iriondo, M.H., 2012. Cuaternario de Ecuador, Perú y Chile. *Museo Provincial de Ciencias Naturales*. Santa Fe, 416 p.

Leopold, L. B., 1994. A View of the River. *Harvard University Press*. Cambridge, Massachusetts, 298 p.

Ministerio de Medio Ambiente, 2006. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. *Serie Monografías, Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente*. Madrid, 917 p.

Reading, A. J., Thompson, R. D., y Millington, A.C., 1995. Humid Tropical Environments. *Blacwell*. Oxford, 429 p.

Rossiter, D., 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. (trad. R. Vargas 2004). *ITC, Soil Science Division*. Netherlands, s.p.

Strahler, A. N., 1979. Geografía Física. *Ediciones Omega* (4ª edición). Barcelona, 767 p.

Van Zuidam, R.A., 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. *Printed Smith Publishers*. Netherlands, 442 p.

Vera, R., 2013. Geology of Ecuador. *Gráficas Iberia*. Quito, 150 p.

Zinck, J.A., 2012. Geopedología. *ITC*. Enschede, Netherlands, 123 p.

5.2. Bibliografía citada

Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977. Lexique Stratigraphique International, vol. V. Amérique Latine, Fasc. 5 a 2: Ecuador. *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*. París, 410 p.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica), 1996. Hoja Geológica: Méndez (Hoja 92), esc. 1:100.000. *CODIGEM*. Quito

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Azogues (Hoja 73), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.


DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-IGS (Dirección General de Geología y Minas; Institute of Geological Sciences), 1982. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *DGGM*. Quito.

Winckell, A. (coordinador), 1997. Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador. *CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM*. Quito, 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador: Formulario de Ficha


LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000
Ficha General de Información de Campo - Geomorfología

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocosos

Macizo Rocosos 1

Estructura Macizo Rocosos <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

Macizo Rocosos 2

Estructura Macizo Rocosos <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

Macizo Rocosos 3

Estructura Macizo Rocosos <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

A. Fotos Macizo Rocosos

MR1	MR2	MR3
-----	-----	-----

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

DS1	DS2	DS3
-----	-----	-----

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

☐ Sincroniza con Geomorfología

ANEXO II. CÓDIGOS DE FICHAS DE CAMPO LEVANTADAS EN EL CANTÓN

CGg-ÑV_F4-52-0336	CGg-ÑV_F2-52-0401	CGg-ÑV_F1-63-0306
CGg-ÑV_F4-52-0338	CGg-ÑV_F2-52-0403	CGg-ÑV_F1-63-0307
CGg-ÑV_F4-52-0339	CGg-ÑV_F2-52-0404	CGg-ÑV_F1-63-0308
CGg-ÑV_F4-52-0340	CGg-ÑV_F2-52-0405	CGg-ÑV_F1-63-0309
CGg-ÑV_F4-52-0342	CGg-ÑV_F2-52-0406	CGg-ÑV_F1-63-0310
CGg-ÑV_F4-52-0344	CGg-ÑV_F2-52-0408	CGg-ÑV_F1-63-0311
CGg-ÑV_F3-52-0345	CGg-ÑV_F2-52-0409	CGg-ÑV_F1-63-0313
CGg-ÑV_F4-52-0347	CGg-ÑV_F2-52-0410	CGg-ÑV_F1-63-0315
CGg-ÑV_F4-52-0349	CGg-ÑV_F2-52-0411	CGg-ÑV_F1-63-0316
CGg-ÑV_F4-52-0350	CGg-ÑV_F2-52-0412	CGg-ÑV_F1-63-0317
CGg-ÑV_F4-52-0351	CGg-ÑV_F2-52-0413	CGg-ÑV_F1-63-0318
CGg-ÑV_F4-52-0352	CGg-ÑV_F2-52-0415	CGg-ÑV_F1-63-0321
CGg-ÑV_F4-52-0353	CGg-ÑV_F2-52-0414	CGg-ÑV_F1-63-0322
CGg-ÑV_F4-52-0355	CGg-ÑV_F2-52-0417	CGg-ÑV_F1-63-0323
CGg-ÑV_F4-52-0357	CGg-ÑV_F2-52-0418	CGg-ÑV_F1-63-0324
CGg-ÑV_F4-52-0360	CGg-ÑV_F2-52-0419	CGg-ÑV_F1-63-0325
CGg-ÑV_F4-52-0361	CGg-ÑV_F2-52-0420	CGg-ÑV_F1-63-0326
CGg-ÑV_F4-52-0362	CGg-ÑV_F2-52-0421	CGg-ÑV_F1-63-0327
CGg-ÑV_F4-52-0363	CGg-ÑV_F2-52-0425	CGg-ÑV_F1-63-0328
CGg-ÑV_F4-52-0364	CGg-ÑV_F2-52-0426	CGg-ÑV_F1-63-0329
CGg-ÑV_F2-52-0365	CGg-ÑV_F2-52-0429	CGg-ÑV_F1-63-0330
CGg-ÑV_F2-52-0367	CGg-ÑV_F2-52-0430	CGg-ÑV_F1-63-0334
CGg-ÑV_F2-52-0369	CGg-ÑV_F2-52-0431	CGg-ÑV_F1-63-0336
CGg-ÑV_F2-52-0370	CGg-ÑV_F2-52-0432	CGg-ÑV_F1-63-0337
CGg-ÑV_F2-52-0372	CGg-ÑV_F2-52-0433	CGg-ÑV_F1-63-0338
CGg-ÑV_F2-52-0373	CGg-ÑV_F2-52-0436	CGg-ÑV_F1-63-0339
CGg-ÑV_F2-52-0371	CGg-ÑV_F2-52-0438	CGg-ÑV_F1-63-0340
CGg-ÑV_F2-52-0374	CGg-ÑV_D4-56-0314	CGg-ÑV_F1-63-0341
CGg-ÑV_F2-52-0375	CGg-ÑV_D4-56-0318	CGg-ÑV_F1-63-0342
CGg-ÑV_F2-52-0378	CGg-ÑV_D3-56-0319	CGg-ÑV_F1-63-0343
CGg-ÑV_F2-52-0380	CGg-ÑV_D3-56-0320	CGg-ÑV_F1-63-0344
CGg-ÑV_F2-52-0381	CGg-ÑV_D4-56-0322	CGg-ÑV_F1-63-0345
CGg-ÑV_F2-52-0382	CGg-ÑV_D4-56-0329	CGg-ÑV_F1-63-0346
CGg-ÑV_F2-52-0383	CGg-ÑV_D3-56-0346	CGg-ÑV_F1-63-0347
CGg-ÑV_F2-52-0384	CGg-ÑV_D3-56-0347	CGg-ÑV_F1-63-0349
CGg-ÑV_F2-52-0385	CGg-ÑV_D3-56-0348	CGg-ÑV_F1-63-0350
CGg-ÑV_F2-52-0386	CGg-ÑV_D3-56-0349	CGg-ÑV_F1-63-0351
CGg-ÑV_F2-52-0387	CGg-ÑV_D3-56-0350	CGg-ÑV_F1-63-0353
CGg-ÑV_F2-52-0388	CGg-ÑV_D3-56-0355	CGg-ÑV_F1-63-0354
CGg-ÑV_F2-52-0389	CGg-ÑV_D3-56-0356	CGg-ÑV_F1-63-0355
CGg-ÑV_F2-52-0390	CGg-ÑV_D3-56-0358	CGg-ÑV_F1-63-0356
CGg-ÑV_F2-52-0391	CGg-ÑV_D3-56-0370	CGg-ÑV_F1-63-0357
CGg-ÑV_F2-52-0392	CGg-ÑV_D3-56-0373	CGg-ÑV_F1-63-0358
CGg-ÑV_F2-52-0393	CGg-ÑV_D3-56-0375	CGg-ÑV_F1-63-0359
		CGg-ÑV_F1-63-0360
		CGg-ÑV_F1-63-0361

CGg-ÑV_F2-52-0394	CGg-ÑV_D3-56-0376	CGg-ÑV_F1-63-0362
CGg-ÑV_F2-52-0395	CGg-ÑV_D3-56-0377	CGg-ÑV_F1-63-0363
CGg-ÑV_F2-52-0396	CGg-ÑV_F1-63-0299	CGg-ÑV_F1-63-0364
CGg-ÑV_F2-52-0397	CGg-ÑV_F1-63-0300	CGg-ÑV_F1-63-0367
CGg-ÑV_F2-52-0399	CGg-ÑV_F1-63-0301	
CGg-ÑV_F2-52-0398	CGg-ÑV_F1-63-0302	
CGg-ÑV_F2-52-0400	CGg-ÑV_F1-63-0303	
CGg-ÑV_F2-52-0402	CGg-ÑV_F1-63-0304	

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

El presente glosario recoge, en orden alfabético, la definición de cada una de las geoformas del Catálogo de Cartografía Geomorfológica a escala 1:25.000, realizada dentro del proyecto de Cartografía Temática del Ecuador.

La denominación y definición de cada una de las geoformas ha seguido, a grandes rasgos, la nomenclatura y base conceptual definida por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exClirsén), del que este proyecto es continuación, con algunas modificaciones específicas llevadas a cabo en este trabajo.

Asimismo, se incluyen diversos términos no contemplados en el catálogo de dicho organismo, cuya nomenclatura y definición se ajustan a las establecidas en la bibliografía geomorfológica de uso más extendido y aceptado o, en su defecto, al sentido con que han sido utilizadas en el presente proyecto. Se ha tenido especialmente en cuenta, para la definición y comentarios de algunos términos de nueva incorporación, la publicación "Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador" (Winckell, A., 1997).

Nota: Las expresiones que aparecen *en cursiva* dentro de una definición hacen referencia a otra geoforma recogida en el glosario.

-A-

ABRUPTO DE COLADA DE LAVA: vertiente frontal de una *colada de lava antigua* o de una *colada de lava muy reciente*, con pendiente sensiblemente superior al resto del cuerpo lávico.

ABRUPTO DE CONO DE DEYECCIÓN: escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección* y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

ABRUPTO DE CONO DE DEYECCIÓN DISECTADO: escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección disectado* y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

ABRUPTO DE CONO DE ESPARCIMIENTO: escarpe o escalón que limita con la superficie de cualquier tipo de cono de esparcimiento (ver *superficie de cono de esparcimiento*, *superficie de cono de esparcimiento disectado*, *superficie de cono de esparcimiento muy disectado*) y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

ABRUPTO DE SUPERFICIE ALTA: escarpe o escalón que limita con una *superficie alta* o con una *superficie alta disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

ABRUPTO DE SUPERFICIE HORIZONTAL: escarpe o escalón que limita con una *superficie horizontal* o con una *superficie horizontal disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

ABRUPTO DE SUPERFICIE INCLINADA: escarpe o escalón que limita con una *superficie inclinada* o con una *superficie inclinada disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

ACANTILADO: ladera junto a la línea de costa, de pendiente muy elevada y desnivel usualmente mayor a 15 metros.

ACANTILADO ROCOSOS EN DESPLOME: ladera de pendiente muy pronunciada, que incluye partes de la misma en voladizo o salientes respecto a la vertical.

ACUMULACIONES PIROCLÁSTICAS CON BANCOS Y/O LÓBULOS DE GELIFLUXIÓN: geoforma constituida por depósitos piroclásticos, sometidos a un flujo lento de la capa superior del suelo, empapada en agua en la época de deshielo. Se produce en ambientes periglaciares.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS: rocas aflorantes en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Para medios morfoclimáticos fríos, de características periglaciares, se utiliza el término *afloramientos rocosos en ambiente periglaciario*.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN AMBIENTE PERIGLACIARIO: rocas en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Se utiliza esta denominación cuando aparecen en zonas de ambiente

periglaciario que, no obstante, han podido estar sometidas anteriormente a modelado glaciar.

APLANAMIENTO KÁRSTICO: superficie aplanada, producto de la disolución de rocas carbonatadas. A veces sobresalen de su interior, o la rodean, relieves residuales kársticos.

ÁREAS ENDORREICAS EN LLANURAS ALUVIALES Y TERRAZAS: depresiones en llanuras aluviales (*valle fluvial, llanura de inundación*) o en terrazas fluviales (*terrazza media, terraza alta, terraza colgada, terrazas escalonadas, terrazas indiferenciadas*) en las que el agua se acumula de forma estacional o permanente. Incluyen toda el área de la cubeta o depresión, es decir, toda la superficie deprimida a partir de la cual el agua discurre hacia el interior de la Geoforma delimitada.

-B-

BADLANDS: áreas que presentan un modelado con intensa disección en surcos erosivos, cárcavas y barrancos, con frecuente agrietamiento en superficie. Están desprovistas de suelo productivo y, preferentemente, se desarrollan en materiales arcillosos y margosos bajo climas áridos y semiáridos.

BARJANES: dunas con forma de media luna en planta, cuyos cuernos apuntan en el sentido de la procedencia del viento dominante.

BARRA O CRESTA ESTRUCTURAL: relieve estructural proporcionado por capas muy inclinadas, próximas a la vertical, con las que la superficie del terreno es coincidente.

BARRANCO: en este proyecto, se considera bajo esta denominación a un curso de orden menor, situado habitualmente en cabeceras fluviales, con fuertes pendientes transversales al eje de drenaje; representa una forma de incisión fluvial, que no contiene sedimentos cubriendo de forma generalizada su lecho y márgenes.

BASÍN: depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, situada en la Llanura Aluvial reciente de la región Costa.

BLOQUES ERRÁTICOS GLACIARES: bloques, de dimensiones métricas a decamétricas, depositados por la actividad glaciar, generalmente de litologías distintas a las del material sobre el que se asientan.

-C-

CALDERA: depresión circular o elíptica, situada en la parte superior del edificio volcánico, similar a un *cráter*, pero de dimensiones mucho mayores. Muchas calderas se han generado por hundimiento y colapso de la cámara magmática, tras la emisión de grandes cantidades de material volcánico.

CAMPO DE DUNAS: área de extensión considerable, ocupada por dunas o colinas de arena de diferentes geometrías.

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

CASQUETE DE CUMBRE NIVAL, CASQUETE GLACIAR: masa de hielo y nieve, a veces con presencia de glaciares actuales, situada en la cumbre de un cono volcánico.

CAUCES ABANDONADOS, MEANDROS ABANDONADOS: segmentos fluviales abandonados por el cambio de trazado del río en su evolución. Presentan relleno de sedimentos y los suelos que se desarrollan en ellos son susceptibles de aprovechamiento agrícola.

CAUCES Y MEANDROS OCASIONALMENTE FUNCIONALES: tramos o segmentos fluviales que, aun habiendo sido abandonados por el cauce, son ocupados por las aguas en períodos de avenida o de grandes precipitaciones. Aparecen en ellos, con frecuencia, suelos de carácter pantanoso.

CERRO TESTIGO: cerro aislado, que sobresale respecto al entorno adyacente, que permanece como residuo o testigo de la erosión de los materiales que le rodeaban.

CHIMENEAS DE HADAS: formas de erosión caracterizadas por la presencia de torrecillas o pináculos, abruptos y próximos entre sí, culminadas por grandes cantos o bloques. Se generan en materiales poco coherentes y muy heterométricos.

CIRCO GLACIAR: depresión semicircular o semielíptica, dominada por laderas de elevada pendiente y que está, o ha estado, ocupada por el hielo. La depresión conlleva la existencia de un umbral a la salida del circo, que puede ser de carácter rocoso o estar formado por depósitos glaciares.

COLADA DE LAVA ANTIGUA: cuerpo originado cuando el magma líquido alcanza la superficie y fluye sobre el relieve, dando lugar a una gran diversidad de formas en superficie. Se consideran antiguas a las que ya aparecen con cobertura edáfica.

COLADA DE LAVA MUY RECIENTE: cuerpo originado cuando el magma líquido alcanza la superficie y fluye sobre el relieve, dando lugar a una gran diversidad de formas en superficie. Se consideran como muy recientes a las coladas en que aparece la roca en superficie, sin cobertura edáfica ni aprovechamiento agrícola.

COLINAS DE CIMAS REDONDEADAS DE ASPECTO TABULAR: similares a las *colinas en media naranja*, estas geoformas presentan más alargada y aplanada su zona superior, debido a que el frente de alteración adopta un patrón geométrico subparalelo a la superficie. Son exclusivas de la región Amazonía.

COLINAS EN MEDIA NARANJA: colinas redondeadas, de contornos elípticos, que se presentan agrupadas con extensiones variables. Son exclusivas de la región Amazonía y obedecen, fundamentalmente, a procesos de intensa meteorización

química, por la progresión en profundidad del frente de alteración en geometrías onduladas.

COLUVIO-ALUVIAL RECIENTE: depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte a otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Por contraposición con la geoforma *coluvio-aluvial antiguo*, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

COLUVIO-ALUVIAL ANTIGUO: depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte con otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Se consideran como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

COLUVIÓN ANTIGUO: un coluvión es un depósito superficial constituido por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, depositados habitualmente al pie de las laderas por arrastre mediante arroyada difusa u otros fenómenos gravitacionales asociados a la evolución de las laderas. Se considera como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

COLUVIÓN RECIENTE: un coluvión es una formación superficial constituida por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, depositados habitualmente al pie de las laderas por arrastre mediante arroyada difusa u otros fenómenos gravitacionales asociados a la evolución de las laderas. Por contraposición con la Geoforma *coluvión antiguo*, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

CONO ADVENTICIO: cono secundario, situado en la ladera de otro cono mayor o en la *caldera* de un volcán.

CONO DE DERRUBIOS: fragmentos rocosos, habitualmente al pie de laderas de pendiente pronunciada, con forma en planta en segmento de cono o abanico, transportados por un canal.

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, el modelado glaciar se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y SIN RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR: cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, la remodelación glaciar se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y SIN HUELLAS GLACIARES: cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

CONOS DESMENUZADOS: conos volcánicos, en los que aún se puede reconocer su estructura, constituidos mayoritariamente por piroclastos. Se originan por moderadas explosiones volcánicas con cantidades intermedias de gas y suelen tener un tamaño reducido.

CORDÓN ARENOSO FLUVIAL: bandas arenosas que suelen disponerse en el límite de las depresiones interfluviales pantanosas de la región Amazonía. Aparecen con un desarrollo de varios kilómetros, ancho de varios metros y están sobreelevados de 1 a 3 metros sobre el nivel del pantano.

CORDÓN LITORAL: barra de sedimentos, paralela u oblicua a la línea de costa, situada en las zonas intermareal y submareal.

CORNISA DE MESA O MESETA: abrupto de una *superficie de mesa* o de una *superficie de mesa disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la superficie de mesa.

CORNISA DE MESETA VOLCÁNICA: abrupto de una *superficie de meseta volcánica* o de una *superficie de meseta volcánica disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de meseta volcánica*.

CRÁTER: apertura, en forma de depresión circular o elíptica en planta, situada en la parte superior de un cono volcánico.

CUBETA GLACIAR: parte más baja del circo glaciar, profundizada o sobreexcavada por la acción del hielo.

CUBETA O CUENCA DE DEFLACIÓN: depresión cerrada, de dimensiones variables y planta redondeada, elíptica o arriñonada, que aparece en ambientes desérticos o semiáridos.

-D-

DEPÓSITO GLACIAR MODELADO POR ACCIÓN FLUVIAL: sedimentos de origen glaciar que no guarda su morfología inicial debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas.

DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA: material originado como consecuencia de un movimiento en masa a través de una superficie de rotura, plana o curva. Es un tipo particular de *coluvión reciente* o de *coluvión antiguo*, en el que aún se pueden apreciar indicios o evidencias de su génesis mediante dicho mecanismo.

DEPRESIÓN DE DECANTACIÓN: depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, en la llanura aluvial antigua de la región Costa.

DEPRESIÓN LAGUNAR: depresión en la que el agua se acumula, de forma temporal o permanente, no ligada a valles fluviales ni terrazas (en estos emplazamientos se les denomina *áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas*). Quedan asimismo excluidas de este término geoformas similares ligadas al medio glaciar o volcánico con denominaciones específicas (*laguna glaciar, cubeta glaciar, laguna en fondo de cráter o caldera*).

DIQUE O BANCO ALUVIAL: bandas de sedimentos que bordean el canal fluvial y buzan suavemente hacia la llanura de inundación. Se conocen también como diques naturales o motas ("levees", en inglés).

DOLINA, CAMPO DE DOLINAS: depresión cerrada, circular o elíptica, que se forma en la superficie de rocas karstificables (rocas calcáreas y evaporíticas). Sus dimensiones son variables, de orden métrico a hectométrico. Se pueden presentar aisladas o agrupadas.

DOMO VOLCÁNICO: elevación volcánica en forma de domo o cúpula, constituida por lavas viscosas empobrecidas en gases, acumuladas sobre la propia boca eruptiva y con muy escasa dispersión lateral.

DRUMLINS: sedimentos glaciares con forma de colinas alargadas, con su eje mayor paralelo a la dirección del movimiento del hielo.

-E-

ENCAÑONAMIENTO: forma de encajamiento fluvial, limitada por laderas de pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 50 metros.

ESCARPE DE CUESTA MARINA: abrupto de una *superficie de cuesta marina* que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de cuesta marina*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de cuesta marina*.

ESCARPE DE DESLIZAMIENTO: cicatriz erosiva que representa la superficie de rotura de una masa deslizada, situada en la cabecera del deslizamiento.

ESCARPE DE FALLA: escarpe generado en el límite del bloque levantado con el bloque hundido de una falla, de considerable desarrollo lineal y expresión morfológica bien marcada. Es usual que dicha expresión morfológica se refleje mediante facetas triangulares o trapezoidales, que se desarrollen abanicos aluviales a su pie o que aparezcan otras formas características en función del contexto morfoestructural en que se localiza el escarpe.

ESCARPE DE MESA MARINA: abrupto de una *superficie de mesa marina* o de una *superficie de mesa marina disectada* que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa marina*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de mesa marina* o la *superficie de mesa marina disectada*.

ESKER: cordón de arena y grava, originado por canales fluviales de deshielo.

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

FLANCOS SUPERIORES RECTILÍNEOS CUBIERTOS CON PROYECCIONES PIROCLÁSTICAS: recubrimiento de piroclastos en las zonas superiores de un edificio volcánico (de tipo estratovolcán), conformando segmentos de ladera sensiblemente rectilíneos.

FLUJO DE LODO: depósitos de lodos, o de lodos con fragmentos gruesos, originados por el desplazamiento de una masa de materiales que se han comportado como un fluido. Suelen presentar, en consecuencia, formas lobuladas en su parte frontal y ondulaciones en las partes anteriores.

FLUJO DE PIROCLASTOS: corriente de piroclastos de alta densidad, semifluida, que se desplaza a ras del suelo, en que las partículas están envueltas por gas a alta temperatura; cuando son ricas en fragmentos pumíticos y escoria, el depósito resultante se llama ignimbrita. En función de la temperatura de emplazamiento se pueden presentar sin consolidar, cementadas o soldadas, lo que proporciona expresiones morfológicas diferentes. Su distribución está controlada por la topografía del edificio volcánico del que proceden y la del entorno circundante, cubriendo parte de las laderas del cono y con tendencia a acumularse en valles y depresiones.

FONDO DE VALLE GLACIAR: forma producida por una masa de hielo canalizada, generalmente con perfil transversal en U y limitada por paredes de pendientes pronunciadas (*vertiente de valle glaciar*). A menudo la forma típica transversal en U queda enmascarada por una nivelación producida por un posterior remodelado fluvial.

FRENTE DE CHEVRON: abrupto de una *superficie de chevron*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de chevron*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de chevron*.

FRENTE DE CUESTA: abrupto de una *superficie de cuesta* o de una *superficie de cuesta disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de cuesta*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la superficie de cuesta.

-G-

GARGANTA: forma de encajamiento fluvial. Las laderas que limitan estas incisiones presentan pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 15 metros.

GLACIS DE EROSIÓN: rampa similar a un *glacis de esparcimiento*, pero labrada sobre roca dura y, consecuentemente, sin depósito.

GLACIS DE ESPARCIMIENTO: rampa o superficie ligeramente cóncava y de baja inclinación que, en situación de piedemonte, enlaza un relieve con una llanura a partir de una rotura de pendiente en la ladera de la que arranca. Está formado por una delgada cobertera de depósitos detríticos.

GLACIS DE ESPARCIMIENTO DISECTADO: *glacis de esparcimiento* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

GLACIS-CONO DE ESPARCIMIENTO: *glacis de esparcimiento* que, en planta, presenta forma en segmento de cono o abanico.

-H-

HONDONADAS PANTANOSAS DE ORIGEN GLACIAR-PERIGLACIAR: zonas de drenaje deficiente, de características endorreicas o semiendorreicas, con suelos esponjosos, montículos almohadillados y otras microformas producto de la acción de los ciclos de hielo-deshielo. A veces se presentan capturadas por la red fluvial, tendiendo a perder su morfología original.

HORN: pico piramidal originado por la coalescencia de varios *circos glaciares*.

-I-

INSELBERG: colina aislada de laderas abruptas, que surge bruscamente en una zona de moderada o nula inclinación. Aunque aparecen con mayor frecuencia en las regiones tropicales, se presentan también en otros ambientes morfoclimáticos.

INTERFLUVIO DE CIMAS ESTRECHAS: geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas, que ocupa posiciones cimaras. Está caracterizado por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior.

INTERFLUVIO DE CIMAS REDONDEADAS: geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas de perfil transversal suave y redondeado, que ocupa posiciones cimaras.

-K-

KAME: pequeñas colinas cónicas de grava y arena, originadas por sedimentación en cubetas de hielo y cavidades glaciares.

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

LAGUNA EN FONDO DE CRÁTER O CALDERA: cuerpo de agua, permanente o semipermanente, que ocupa el fondo de un *cráter* volcánico o de una *caldera* volcánica.

LAGUNA GLACIAR: término genérico para designar cualquier tipo de laguna originada en ambiente glaciar o subglaciar. Se presentan con frecuencia asociadas a ciertas geoformas glaciares (*circo glaciar, cubeta glaciar, fondo de valle glaciar*, entre las más usuales).

LAHAR: colada de detritos o de barro, originada por agua, cenizas volcánicas y otros piroclastos. Estos depósitos se canalizan a través de la red de barrancos y cauces preexistentes.

LAPIAZ, CAMPO DE LAPIAZ: forma superficial labrada por erosión y disolución en rocas karstificables (calizas, dolomías, calcarenitas y rocas evaporíticas, principalmente), que da lugar a pequeños surcos o agujeros, con dimensiones que varían entre el orden centimétrico y métrico. Pueden llegar a ocupar considerables extensiones en macizos carbonáticos.

LLANURA DE DEPÓSITOS FLUVIO-LACUSTRES: superficie de escasa pendiente, con presencia de sedimentos resultantes de la superposición o yuxtaposición de las dinámicas fluvial y lacustre.

LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS: planicie ubicada al pie de un edificio volcánico, con depósito de diferentes materiales piroclásticos arrastrados. A menudo llegan a comunicarse, mediante límites difusos, con el medio aluvial.

-M-

MACIZO ROCOSO: conjunto esencialmente rocoso de cierta extensión, que destaca sobre el entorno inmediato, desprovisto en la mayoría de su superficie de suelos, vegetación y depósitos superficiales.

MACROCOLUVIÓN: *coluvión reciente o coluvión antiguo* de grandes dimensiones. De forma convencional, se consideran como tales a aquellos que cuentan con una superficie superior a 140 hectáreas.

MANTO EÓLICO: acumulaciones de arenas de origen eólico en terrenos aplanados, con espesores que fluctúan entre unos centímetros y varios metros.

MARISMA, ESTUARIO: las marismas son llanuras intermareales en costas con oleaje de baja y moderada energía, surcadas por una red de canales, que pueden estar asociadas a estuarios (desembocaduras de valles sumergidas bajo el mar).

MESAS TRIANGULARES VOLCÁNICAS (PLANÈZES): facetas triangulares, en forma de rellanos horizontales o con ligera inclinación, que se producen en las laderas de los conos volcánicos, como consecuencia de la progresiva incisión de barrancos divergentes desde su zona de cumbre.

MORFOLOGÍA ABOLLADA: ladera o parte de la misma cuyo perfil longitudinal se encuentra repleto de pequeñas a medianas prominencias y que, en conjunto, irregularizan la superficie de la vertiente. Se deben a antiguos movimientos en masa superpuestos, a menudo superficiales, que afectan al regolito (alterita o saprolito) o al propio sustrato geológico si está formado por materiales de cierta plasticidad (arcillas o margas, principalmente).

MORRENA DE FONDO: *morrena* que cubre una llanura, un *fondo de valle glaciar* o un *valle glaciar colgado*.

MORRENA FRONTAL, ARCO MORRÉNICO: *morrena* originada en el frente de un glaciar; a veces llega a unirse con una *morrena lateral*, adquiriendo en planta una forma arqueada.

MORRENA LATERAL: *morrena* originada en el margen lateral del glaciar, a menudo adosada a la *vertiente de valle glaciar*.

MORRENAS: sedimento glaciar formado por materiales pobremente clasificados y heterométricos, que a menudo incluye grandes bloques en una matriz de grano fino. Se aplica este término cuando no se puede diferenciar claramente el tipo de morrena de que se trata (*morrena de fondo, morrena lateral o morrena frontal, arco morrénico*).

-N-

NEBKHAS: dunas obstaculizadas por la vegetación, que a menudo ocupan considerables extensiones.

NICHO DE NIVACIÓN: *circo glaciar* embrionario, de reducido tamaño, que puede aparecer en ambiente periglacial.

NIVEL LIGERAMENTE ONDULADO: planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la región Costa.

NIVEL ONDULADO CON PRESENCIA DE AGUA: planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la región Costa, con presencia temporal o permanente de agua en parte de su superficie.

NIVEL PLANO: planicie característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la región Costa.

NIVELES ESTRUCTURALES SOBRE LAVAS ENDURECIDAS: superficies proporcionadas por materiales volcánicos resistentes a la erosión, normalmente de carácter lávico, aunque también las pueden proporcionar otros materiales volcánicos cementados o fuertemente consolidados.

-P-

PAN DE AZÚCAR: tipo particular de *inselberg*, con forma de domo más o menos puntiagudo, desarrollado en rocas masivas resistentes. Suelen presentarse en áreas de relativa estabilidad cortical y, aunque no son exclusivas de ningún ambiente morfoclimático, son más abundantes en áreas tropicales húmedas.

PANTANO, DEPRESIÓN PANTANOSA: área con drenaje deficiente, en la que el agua tiende a acumularse, en depresiones interfluviales. El término se reserva preferentemente para la región Amazonía.

PITONES O AGUJAS VOLCÁNICAS: masas de lava que rellenaron la chimenea de un volcán y permanecen como restos o testigos del mismo.

PLANICIE ARENOSA DE ORIGEN LAHÁRICO: planicie compuesta por material volcánico de textura predominantemente arenosa, que está o ha estado alimentada por un *lahar* o varios.

PLANICIE COSTERA: superficie plana o ligeramente inclinada hacia la costa, limitada por un pequeño escarpe. Está constituida por sedimentos marinos y eólicos.

PLANICIE INTERMONTANA: superficie a grandes rasgos horizontal, rodeada en su mayoría por relieves de carácter montañoso.

PLAYA MARINA: acumulación de arena, grava o una mezcla de ambas, situada en el límite del mar y el continente, en cuya dinámica interviene fundamentalmente el oleaje.

POLJE: depresión cerrada de grandes dimensiones (de orden kilométrico), con fondo plano y sensiblemente horizontal, característica de regiones kársticas.

-R-

RAMPAS DE PIEDEMONTE DE CONO VOLCÁNICO: superficies ligeramente cóncavas, que arrancan de la parte inferior de un *cono* volcánico y enlazan con una llanura.

RELIEVE COLINADO ALTO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros.

RELIEVE COLINADO BAJO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 15 y 25 metros.

RELIEVE COLINADO MEDIO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

RELIEVE COLINADO MUY ALTO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 200 y 300 metros.

RELIEVE COLINADO MUY BAJO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

RELIEVE EN RELLANOS Y APLANAMIENTOS INCLINADOS: relieve formado por una sucesión de superficies inclinadas, alternantes con segmentos de ladera con diferente inclinación o forma, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

RELIEVE EN RELLANOS Y ONDULACIONES ESCALONADAS: relieve en gradas que da lugar a plataformas horizontales o subhorizontales, alternantes con segmentos de ladera de mayor inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

RELIEVE LACUSTRE ONDULADO: área que delimita un conjunto de pequeñas depresiones lagunares o lagunas no mapeables, situada en llanuras aluviales (*valle fluvial, llanura de inundación*) o en terrazas fluviales (*terrazza media, terraza alta, terraza colgada, terrazas escalonadas, terrazas indiferenciadas*).

RELIEVE MONTAÑOSO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior de más de 300 metros.

RELIEVE ONDULADO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos. El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO ALTO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO BAJO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 15 y 25 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MEDIO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY ALTO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). La disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de entre 200 y 300 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY BAJO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-

holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO MONTAÑOSO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). La disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de más de 300 metros.

RELIEVE VOLCÁNICO ONDULADO: forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves.

RELIEVES ESCALONADOS EN CAPAS INCLINADAS: relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas con disposición monoclinas.

RELIEVES ESCALONADOS, EN GRADERÍO: relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas en disposición horizontal.

RELIEVES ESCALONADOS SOBRE CAPAS DE LAVA ENDURECIDA Y OTROS MATERIALES VOLCÁNICOS: relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial sobre materiales volcánicos en disposición horizontal o monoclinas.

RESTOS DE SUPERFICIE ESTRUCTURAL: partes aisladas o separadas de una superficie estructural (*superficie de mesa, superficie de cuesta, superficie de chevron*, etc.) o en los que difícilmente se reconoce el condicionante estructural en su morfología.

ROCAS ABORREGADAS: conjunto de montículos rocosos, con tamaños que suelen oscilar entre el orden métrico y decamétrico. Presentan un perfil longitudinal asimétrico, con una vertiente de pendiente suave frecuentemente pulida y estriada, y otra irregular y a menudo escarpada. Estas formas están originadas por el movimiento del hielo sobre ellas y son características del modelado de erosión glaciar.

ROCAS DESMENUZADAS POR EL HIELO, CAMPOS Y RÍOS DE BLOQUES: forma debida a la acción de rotura del hielo sobre macizos rocosos, por efecto de la crioclastia. Da lugar a acumulaciones de fragmentos rocosos angulares, en distintas posiciones y localizaciones fisiográficas, algunas de ellas ocupando el fondo de valles y vaguadas.

ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS: afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta geoforma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

-S-

SALIENTE DE VERTIENTE DE MESA: plataforma horizontal que sobresale del perfil de una *vertiente de mesa o meseta* y que suele corresponder con una intercalación en la serie sedimentaria de un paquete o nivel más resistente que los situados inmediatamente por encima y por debajo.

SALITRAL MARINO: áreas costeras naturales, poco profundas, de acumulación de agua salada. En ellas, la evaporación genera depósitos salinos que recubren su superficie.

SIMA: forma de conducción de las aguas subterráneas de desarrollo eminentemente vertical, abierta al exterior. Frecuente en regiones kársticas.

SUPERFICIE ALTA: superficie elevada con respecto a su entorno inmediato, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

SUPERFICIE ALTA DISECTADA: *superficie alta*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CHEVRON: superficie de origen estructural, con una inclinación significativamente mayor que la *superficie de cuesta*, cuya geometría es coincidente con la de los estratos sobre los que se desarrolla.

SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCIÓN: superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de deyección es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de esparcimiento. En este proyecto, se reserva el término de cono de deyección para los aparatos de superficie reducida.

SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCIÓN DISECTADO: *superficie de cono de deyección*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO: superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de esparcimiento es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de deyección. En este proyecto, se reserva el término de cono de esparcimiento para los aparatos de gran tamaño, como los que se desarrollan en los piedemontes de las Cordilleras Occidental y Real.

SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO DISECTADO: *superficie de cono de esparcimiento*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO MUY DISECTADO: *superficie de cono de esparcimiento*, en que se aprecia una alta densidad de formas de drenaje, con elevado grado de incisión.

SUPERFICIE DE CUESTA: superficie de origen estructural ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos sobre los que se desarrolla.

SUPERFICIE DE CUESTA DISECTADA: *superficie de cuesta* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE CUESTA MARINA: superficie ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos miopliocenos marinos sobre los que se desarrolla. Es una geoforma exclusiva de la región Costa.

SUPERFICIE DE EROSIÓN: aplanamiento, de carácter regional y heredado, resultante de los procesos de erosión y meteorización bajo condiciones climáticas y tectónicas relativamente estables. Estos aplanamientos cortan oblicuamente las estructuras geológicas del sustrato.

SUPERFICIE DE MESA MARINA: superficie de plana a ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollada sobre materiales miopliocenos marinos horizontales, con cuya geometría es coincidente. Es una geoforma exclusiva de la región Costa.

SUPERFICIE DE MESA MARINA DISECTADA: *superficie de mesa marina* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE MESA O MESETA: superficie plana o ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollada sobre rocas con estratificación horizontal, con cuya geometría es coincidente.

SUPERFICIE DE MESA O MESETA DISECTADA: *superficie de mesa o meseta* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE MESETA VOLCÁNICA: superficie plana u ondulada constituida por materiales volcánicos (con frecuencia de carácter lávico) y elevada respecto al entorno circundante.

SUPERFICIE DE MESETA VOLCÁNICA DISECTADA: *superficie de meseta volcánica* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE DE RELLENO: superficie de acumulación de sedimentos provenientes de los relieves circundantes. Presentan, por tanto, morfologías similares a las de una depresión y características propicias al desarrollo del endorreísmo.

SUPERFICIE DISECTADA: superficie con un grado de disección intermedio, de origen fluvial. Es una geoforma exclusiva de la región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

SUPERFICIE DISECTADA, NIVEL INFERIOR: superficie situada topográficamente por debajo de una *superficie de mesa o meseta*, labrada sobre un paquete o nivel de la misma secuencia sedimentaria que ésta. La escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE HORIZONTAL: superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar un rellano horizontal dentro de una ladera, a modo de hombrera.

SUPERFICIE HORIZONTAL DISECTADA: *superficie horizontal*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE INCLINADA: superficie de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar una superficie de menor pendiente dentro de una ladera, a modo de hombrera inclinada; también para una forma de piedemonte sin posibilidad de adscripción a una geoforma más específica.

SUPERFICIE INCLINADA DISECTADA: *superficie inclinada*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

SUPERFICIE INTERVENIDA: área alterada de forma artificial, en el que es imposible reconocer o asignar ninguna otra geoforma. Se incluyen en este término, especialmente, embalses y represas, canteras, excavaciones mineras o de otro tipo y rellenos diversos.

SUPERFICIE MUY DISECTADA: superficie con marcado grado de disección, de origen fluvial. Los cauces pueden llegar a encajarse en esta superficie, dando lugar a *barrancos*, *gargantas* y otras formas de incisión fluvial. Es una geoforma exclusiva de la región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

SUPERFICIE ONDULADA LACUSTRE: geoforma equivalente a *relieve lacustre ondulado*, pero localizada fuera de llanuras aluviales o terrazas fluviales.

SUPERFICIE POCO DISECTADA: superficie de origen fluvial, escasamente disectada, de plana a ondulada. Es una geoforma exclusiva de la región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

SUPERFICIE VOLCÁNICA ONDULADA: superficie de geometría ondulada, desarrollada sobre materiales volcánicos, independiente de la edad, tipo o génesis de los mismos.

SUPERFICIES DE PLANAS A LIGERAMENTE ONDULADAS SOBRE CANGAHUA: plataformas desarrolladas sobre depósitos piroclásticos, principalmente constituidos por cenizas volcánicas y lapilli del Cuaternario, incididas por barrancos que crean taludes y acantilados de muy fuerte inclinación. Son frecuentes en la zona septentrional del corredor interandino.

SUPERFICIES PLANAS INTERVENIDAS: con este término, exclusivo de la región Costa, se designa al área ocupada por camaroneras.

SUPERFICIES Y PLANOS ESTRUCTURALES ORIGINADOS EN CAPAS PLEGADAS: superficies cuya morfología está determinada por el plegamiento de las capas que conforman su sustrato.

-T-

TALUD DE DERRUBIOS: fragmentos rocosos que cubren de forma continua una ladera o una parte considerable de ella. A veces se originan por coalescencia lateral de varios *conos de derrubios*.

TERRAZA ALTA: superficie plana de origen fluvial, que se corresponde con el segundo nivel de terraza por encima del *valle fluvial*, *llanura de inundación*.

TERRAZA BAJA Y CAUCE ACTUAL (sobreeexcavación del cauce en la llanura de inundación): en este proyecto, se considera bajo esta denominación a la franja que bordea e incluye al canal o canales fluviales, sometida a continuos cambios, con alto contenido en bloques y cantos. Se denominan también lechos móviles y forman parte de las llanuras de inundación. Son zonas no aptas para el aprovechamiento agrícola. También se incluyen bajo este término a canales fluviales de considerable anchura, no limitados por geoformas directamente asociadas al drenaje canalizado (es decir, que no discurren en el interior de *valles fluviales/llanuras de inundación*, *valles en V*, *gargantas* o *encañonamientos*) y que, por tanto, son los únicos elementos con los que se puede identificar al medio aluvial actual.

TERRAZA COLGADA: superficie plana de origen fluvial, con la que se designa tanto a aquellos niveles de terrazas que están claramente desconectados del valle fluvial como a niveles de terrazas que están situados topográficamente por encima de la denominada *terrazza alta*.

TERRAZA DE KAME: acumulación de arenas y gravas, que dan lugar a una superficie plana y un abrupto, de canales que discurren entre la pared de un valle glaciar y el borde lateral del hielo.

TERRAZA MEDIA: superficie plana de origen fluvial, que se sitúa inmediatamente por encima del nivel máximo de las aguas de un río (*valle fluvial*, *llanura de*

inundación), como resultado de la incisión del mismo. Aunque puede ser considerada en sentido estricto como una terraza baja, en este proyecto se ha utilizado esta denominación para guardar coherencia con la denominación utilizada en trabajos previos, del que este proyecto es continuación.

TERRAZAS ESCALONADAS: bajo esta denominación se incluyen dos o más niveles de terrazas que, por su reducido tamaño, no se pueden diferenciar cartográficamente.

TERRAZAS INDIFERENCIADAS: superficies planas de origen fluvial, en las que no se puede determinar el nivel del que se trata (*terrazza media, terraza alta, o terraza colgada*) y que, por tanto, no se pueden clasificar en ningún otro tipo. Bajo esta denominación también se incluyen las terrazas erosivas o terrazas rocosas, un tipo particular de terraza labrada sobre material rocoso.

TESTIGO DE CONO DE DEYECCIÓN: parte aislada o separada de un cono de deyección, que no conserva la morfología en planta característica de los mismos (ver *superficie de cono de deyección*). Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

TESTIGO DE CONO DE ESPARCIMIENTO: parte aislada o separada de un cono de esparcimiento, o que ya no conserva la morfología en planta característica de los mismos (ver *superficie de cono de esparcimiento*). Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

TESTIGO DE GLACIS DE ESPARCIMIENTO: parte de un *glacis de esparcimiento*, que no conserva completa la superficie entre el relieve del que procede y la llanura con la que originalmente enlazaba. Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

TOR: tipo particular de *inselberg*, con bloques apilados y fragmentados, cuya morfología está controlada por los sistemas de fracturación del macizo rocoso. Son más frecuentes en rocas de tipo granítico, aunque también pueden llegar a aparecer en otras litologías.

-V-

VALLE CIEGO: valle cuyo curso de agua superficial desaparece en un sumidero kárstico.

VALLE EN SACO: cabecera de valle, con aspecto de circo, en que el aporte de agua procede de un manantial kárstico.

VALLE EN V: valle fluvial con perfil transversal en forma de V, en que predomina la incisión vertical.

VALLE FLUVIAL, LLANURA DE INUNDACIÓN: franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. Suele

discurrir en su interior un canal fluvial y el terreno que abarca está sometido, parcial o totalmente, a inundaciones con diferentes periodos de retorno.

VALLE GLACIAR COLGADO: valle glaciar en que la excavación producida por el hielo ha sido menor que la del valle glaciar principal en que desemboca o desembocaba, quedando su fondo a mayor altura.

VALLE INDIFERENCIADO: valle de fondo plano o de sección ligeramente en “U”, con ausencia de dinámica fluvial permanente. Presenta un relleno de depósitos aluviales en los que el agua tiende a percolar y, en consecuencia, la escorrentía superficial tiene un escaso desarrollo.

VERTIENTE ABRUPTA: ladera con escasa disección y con pendiente habitualmente superior al 70%.

VERTIENTE ABRUPTA CON FUERTE DISECCIÓN: *vertiente abrupta*, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la geoforma.

VERTIENTE ABRUPTA DE DERRAMES VOLCÁNICOS TABULARES: tipo particular de *vertiente de meseta volcánica*, de perfil rectilíneo y pendiente pronunciada, que conecta tanto las zonas altas de Sierra con modelado glaciar -y los paisajes de Páramos- con las Vertientes externas de la Cordillera así como con las Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con desniveles de hasta 400 metros.

VERTIENTE DE CHEVRON: ladera sobre la que culmina una *superficie de chevron*. Ambas geoformas están separadas por un *frente de chevron*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE CUESTA: ladera sobre la que culmina una *superficie de cuesta*. Ambas geoformas están separadas por un *frente de cuesta*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE CUESTA MARINA: ladera sobre la que culmina una *superficie de cuesta marina*. Ambas geoformas están separadas por un *eskarpe de cuesta marina*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS FLUVIO-LACUSTRES: eskarpe o escalón morfológico que puede aparecer en una *llanura de depósitos fluvio-lacustres*.

VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS: eskarpe o escalón morfológico que puede aparecer en una *llanura de depósitos volcánicos*.

VERTIENTE DE MESA MARINA: ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa marina* o una *superficie de mesa marina disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por un *eskarpe de mesa marina*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE MESA O MESETA: ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa o meseta* o una *superficie de mesa o meseta disectada*. Ambas geoformas,

vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de mesa*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE MESETA VOLCÁNICA: ladera culminada por una *superficie de meseta volcánica* o una *superficie de meseta volcánica disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de meseta volcánica*, que puede ser o no mapeable.

VERTIENTE DE PLANICIE INTERMONTANA: ladera que culmina en una *planicie intermontana*.

VERTIENTE DE SUPERFICIE DE EROSIÓN: ladera que culmina en una *superficie de erosión*.

VERTIENTE DE SUPERFICIE DE RELLENO: ladera de una *superficie de relleno*, formada por los mismos materiales de ella.

VERTIENTE DE VALLE GLACIAR: ladera de pendiente pronunciada, límite con el *fondo de valle glaciar*.

VERTIENTE HETEROGÉNEA: ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada.

VERTIENTE HETEROGÉNEA CON FUERTE DISECCIÓN: ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la geoforma.

VERTIENTE O ABRUPTO DE LLANURA ANTIGUA: escarpe morfológico proporcionado por la antigua llanura aluvial de la región Costa. Está, por tanto, asociada a las geoformas *superficie poco disectada*, *superficie disectada* y *superficie muy disectada*.

VERTIENTE O ABRUPTO DE TERRAZA: se refiere al escarpe o escalón que caracteriza a cualquier tipo de terraza y que enlaza la superficie de un determinado nivel de terraza con el inmediatamente inferior o con la llanura aluvial.

VERTIENTE RECTILÍNEA: ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con escasa o nula disección.

VERTIENTE RECTILÍNEA CON ABRUPTOS: ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con presencia de una o más zonas de rotura de la pendiente, en las que se produce un incremento brusco de la inclinación general de la ladera.

VERTIENTE RECTILÍNEA CON FUERTE DISECCIÓN: ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la geoforma.

VERTIENTE RECTILÍNEA CON SALIENTES ROCOSOS: ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en la que aparecen salientes rocosos dispersos que irregularizan la superficie de la vertiente.

VERTIENTE ROCOSA: ladera mayoritaria o totalmente rocosa, con muy baja presencia de suelo. No se incluyen en este término las vertientes rocosas de carácter estructural (ejemplos: *superficie de cuesta; superficie de chevron; barra o cresta estructural; resto de superficie estructural; superficies y planos estructurales originados en capas plegadas*).

VESTIGIOS DE EDIFICIOS VOLCÁNICOS: restos de estratovolcanes. El edificio volcánico es difícilmente reconocible o sólo se conserva una parte del mismo.

-Y-

YARDANGS: formas creadas por la erosión del viento en ambientes desérticos, que a veces se asemejan a las del casco de un barco invertido. De dimensiones muy variables, suelen presentarse agrupados, con sus ejes mayores paralelos a la dirección de los vientos dominantes. Se desarrollan en una gran variedad de sustratos litológicos e incluso en arenas eólicas.

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

En el presente anexo se recoge una síntesis de las características y rangos de los diferentes atributos que se asignan a todas y cada una de las geoformas. Los primeros (Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico) se refieren al encuadre en que se localiza cada una de las geoformas, dentro del sistema jerárquico de relieve adoptado. El resto (génesis, atributos geológicos, morfológicos, morfométricos y relacionados con el drenaje) describen diferentes aspectos que caracterizan o son inherentes a la geoforma identificada.

Se han elaborado, a lo largo de la realización del proyecto, un conjunto de procedimientos y manuales que forman parte de la metodología de la temática de Geomorfología y están disponibles para su consulta. En dichos documentos se desarrollan y complementan, entre otros, diferentes aspectos contemplados en el presente anexo.

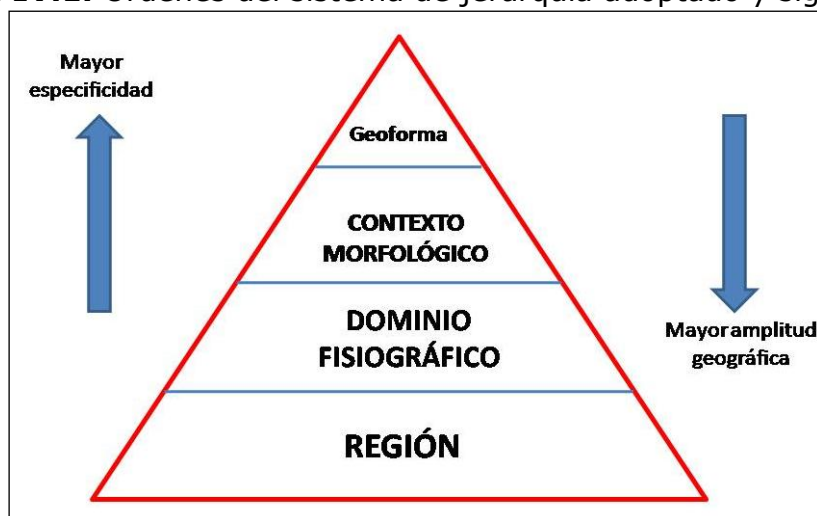
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

El relieve y el paisaje físico se pueden concebir a través de un sistema que, en función de la escala espacial de referencia, permite distinguir áreas o unidades con características comunes y diferenciables de las contiguas a dicha escala de observación.

El sistema de jerarquización establecido se basa en el trabajo "Los paisajes naturales del Ecuador. Las regiones y paisajes del Ecuador" (Winckell, 1997). A partir de él se han realizado las necesarias adaptaciones para conseguir un modelo coherente y eficaz para los objetivos del trabajo de cartografía geomorfológica y geopedológica.

Los órdenes de jerarquía establecidos, del más general al de mayor detalle, son Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico. Las Geoformas, unidades básicas de mapeo, representan el vértice superior de esta jerarquía (Figura IV.1). La agrupación espacial de un conjunto de geoformas adyacentes con ciertas características comunes (cobertura o no de depósitos piroclásticos, predominio de un sustrato geológico común, tipo de modelado o génesis que presentan, etc.) configura un determinado contexto.

Figura IV.1. Órdenes del sistema de jerarquía adoptado y significado



Fuente: CTN

Cada uno de estos órdenes o niveles se definen a continuación.

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 km², presenta, a esa escala de análisis, particularidades del relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

Las tres regiones del Ecuador continental son Costa, Sierra y Amazonía.

Dominio Fisiográfico: Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 km².

Para el conjunto de la zona de estudio del proyecto, se han considerado ocho dominios fisiográficos en la región Costa, siete dominios fisiográficos en la región Sierra y tres dominios fisiográficos en la región Amazonía.

Contexto Morfológico: Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10^2 a 10^3 km².

Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

Los Contextos Morfológicos, incorporados para cada Dominio Fisiográfico, suponen un total de cincuenta y uno para el conjunto de la zona de estudio del proyecto.

En el Cuadro IV.1 se muestran todos los Contextos Morfológicos de cada Dominio Fisiográfico y Región.

Cuadro IV.1. Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos considerados en el área de estudio.

REGIÓN SIERRA	
DOMINIO FISIOGRAFICO:VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Cuencas deprimidas con relieves colinares sobre rellenos volcano-sedimentarios, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves y estribaciones meridionales de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
DOMINIO FISIOGRAFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
DOMINIO FISIOGRAFICO: SISTEMA VOLCÁNICO	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial de Sierra
REGIÓN AMAZONÍA	
DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial amazónico
REGIÓN COSTA	
DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS TERCIARIOS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
DOMINIO FISIOGRAFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Gran cono tabular de la llanura costera
	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Llanura aluvial antigua
	Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente

DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE ANDINO OCCIDENTAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Glacis de los piedemontes costeros
DOMINIO FISIOGRAFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial costero
DOMINIO FISIOGRAFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO LITORAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

Cada uno de los Contextos Morfológicos definidos pertenece a un solo Dominio Fisiográfico. Y, a su vez, cada Dominio Fisiográfico, está incluido en una sola región. De esta forma, determinando el Contexto Morfológico en que se incluye un conjunto de geoformas espacialmente contiguas quedan directamente asignados los niveles superiores de la jerarquía.

Tres aspectos deben tenerse especialmente en cuenta para la delimitación de un Contexto Morfológico:

- Muchas geoformas no son exclusivas de un Contexto Morfológico concreto (p.ej., coluviones, vertientes, formas poligénicas, etc.).
- Aunque hay formas más características y/o abundantes de un determinado contexto (p.ej., formas y depósitos glaciares en *Paisajes glaciares* o en *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*), pueden aparecer en otros Contextos Morfológicos (en el caso anterior, por ejemplo, por tratarse de formas paleoclimáticas heredadas).
- Los contextos morfológicos se conciben como áreas de continuidad cartográfica, favoreciendo que no existan "islas" pequeñas de otros Contextos Morfológicos en su interior.

El último escalón en esta jerarquía, de menor amplitud geográfica y mayor especificidad en su definición, está ocupado por el orden correspondiente a las geoformas.

Una **Geoforma** (o Unidad Geomorfológica) se puede definir como una porción del territorio, identificable con respecto a las de su entorno inmediato desde el punto de vista perceptivo, que presenta características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (o análisis cuantitativo del relieve: pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre la que se asienta).

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10^2 km² para las geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Es fácilmente reconocible, tanto a partir de imágenes aéreas adecuadas que permitan la visión tridimensional como en el propio terreno.
- Sus límites representan cambios netos en las características del relieve o, cuando no son suficientemente claros, se determinan a partir del cambio en ciertos parámetros que no siempre tienen expresión en la morfología (formaciones geológicas subyacentes, por ejemplo).
- Sus dimensiones son convenientes para la escala del mapa y para el estudio edafológico posterior, de tal manera que proporcionan una información adecuada para este objetivo y no se crean multitud de recintos o polígonos de escaso significado.

Ejemplos de geoformas (o unidades geomorfológicas) son: valle en V; superficie de cono de esparcimiento; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral; aplanamiento kárstico; colinas en media naranja; manto eólico; superficie de cuesta; relieve colinado medio; superficie horizontal disectada; superficie intervenida.

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

Los órdenes de jerarquía adoptados suponen un cambio con respecto a la sistemática llevada a cabo en la cartografía geomorfológica realizada por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exCLIRSEN), cuyos trabajos son predecesores de éste. Dicho organismo, para encuadrar las geoformas en un nivel superior de cierta homogeneidad, sólo consideró a las que denominó Unidades Ambientales, sin otros niveles o escalones. La modificación llevada a cabo en el presente proyecto supone una estructuración de la información geomorfológica en varios niveles jerárquicos (Contexto Morfológico, Dominio Fisiográfico y Región), que atienden a una categorización del relieve en función de la escala de análisis y que, por tanto, contribuye a una mejor comprensión del mismo.

Por otra parte, aunque las anteriormente denominadas Unidades Ambientales equivalen, en algunos casos, a los designados en este trabajo como Contextos Morfológicos (por ejemplo, Relieves de los márgenes de las cimas frías era una Unidad Ambiental y ahora es considerado un Contexto Morfológico, con idéntico nombre), existen otras situaciones en que dichas Unidades Ambientales parecen ajustarse mejor a una categoría de mayor amplitud geográfica, el Dominio Fisiográfico. Es el caso, por ejemplo, de la Unidad Ambiental Vertientes externas de la Cordillera Real, que en este trabajo ya es tratado como Dominio Fisiográfico, en el que se incluyen cuatro diferentes Contextos Morfológicos.

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

El grupo genético indica el tipo general de modelado característico de cada tipo de geoforma. Una denominación de geoforma siempre se atribuye, por tanto, a un determinado grupo genético.

Las principales características de los trece grupos genéticos se sintetizan en el Cuadro IV.2.

Cuadro IV.2. Grupos genéticos y características de los mismos

GRUPO GENÉTICO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Fluvial	Formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua
Fluvio-lacustre	Formas y depósitos ligados a lagos, lagunas y áreas endorreicas, incluyendo depresiones con acumulación de agua esporádica, temporal o permanente
Laderas	Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes
Glaciar y periglacial	Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares)
Volcánico	Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico
Marino	Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos
Kárstico	Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado
Meteorización	Formas características producto de una intensa meteorización química
Eólico	Formas y depósitos producidos por la acción del viento
Estructural	Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas

Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

Una *formación geológica* (sensu stricto) es una unidad litoestratigráfica constituida por un conjunto de rocas claramente diferenciadas de las adyacentes o próximas por sus características litológicas, suficientemente distintivas como para permitir esa diferenciación. Las *formaciones geológicas* (sensu stricto) se definen en su localidad tipo (de donde, generalmente, reciben su nombre: Formación Tarqui, Formación Tena). Además de caracterizarlas por la litología, se describe su contenido paleontológico si es el caso (que permitirá encuadrarlas en la escala cronoestratigráfica), potencia, extensión y variación lateral, así como sus relaciones con otras formaciones geológicas supra e infrayacentes.

La unión de dos o más *formaciones geológicas* contiguas asociadas, que presentan un cierto número de características litológicas comunes, se denomina *grupo* (sensu stricto). Las *formaciones geológicas*, por su parte, se pueden dividir, total o parcialmente, en unidades de rango menor, llamadas *miembros*.

Cuando estos cuerpos rocosos, a pesar de que hayan podido ser considerados por algunos autores como *formaciones geológicas*, *miembros* o *grupos*, no cumplen con los criterios seguidos internacionalmente para considerarlos bajo tales denominaciones, la tendencia es utilizar el término genérico de "unidad".

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y "unidades" que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014).

También se incluyen bajo esta categoría diferentes tipos de *formaciones* o *depósitos superficiales*: una formación o depósito superficial es un cuerpo sedimentario, de espesor limitado, normalmente del orden de la decena de metros, que recubre el sustrato geológico, sin guardar relación geométrica con él; habitualmente están poco

o nada consolidados y/o compactados y pertenecen al Cuaternario (<1,8 millones de años). Ejemplos de formaciones superficiales son: depósitos aluviales; depósitos coluviales; depósitos glacio-lacustres. Otras formaciones superficiales pueden denominarse, incluso, con el nombre de una localidad o topónimo donde aparecen y su litología o tipo litológico dominante (por ejemplo, ceniza del Tungurahua o volcano-sedimentos del Quilotoa).

Bajo estas consideraciones, para toda el área de estudio se han establecido un total de 236 formaciones geológicas (en sentido amplio del término) para el total del área de estudio. A cada una de estas formaciones se les ha asociado una descripción litológica, de acuerdo a la que aparece en las cartografías geológicas anteriormente referidas, completando y contrastando dicha descripción con los principales léxicos estratigráficos del país disponibles en el momento de establecer estas relaciones (Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000).

La asignación de los atributos "formación geológica" y "litología" se realiza, por tanto, a través del primero de estos atributos. Aunque la referencia principal es la cartografía geológica 1:100.000 (o 1:250.000) del INIGEMM u organismos predecesores, también se utilizan como insumos otras cartografías geológicas (ver apartado 2.2.1.2. Insumos complementarios, de la Memoria) cuando se deduce que éstas son de mejor calidad o precisión. Asimismo, se realizan modificaciones cuando existen evidencias, en campo o mediante la propia fotointerpretación, de una "formación geológica" concreta diferente a la proporcionada por cualquiera de los insumos geológicos.

En el Cuadro IV.3 se muestran algunos ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, con el código asignado y la descripción del tipo de roca o sedimento.

Cuadro IV.3. Ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, símbolos asignados y descripción litológica correspondiente

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	(*)	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROCA O SEDIMENTO
Depósitos de ladera	Q_{dl}	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)
Volcano-sedimentos del Quilotoa	Q_{dvQ}	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli
Conglomerados Zarapullo	P_{za}	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa
Formación Borbón	PI_B	Areniscas de grano grueso en bancos, con intercalaciones de argilita y conglomerados en la base
Formación Mangán	Mio_{Mn}	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas
Formación Playa Rica	Ole_r	Lutitas grises o negras laminadas, con intercalaciones de areniscas
Formación Ostiones	Eo_{os}	Lutitas duras, grises a pardas; tobas y arcillas silíceas hacia muro
Formación Tiyuyacu	Pal_{Ty}	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes
Grupo Alamor	M_{al}	Lutitas, areniscas, arcillas y limos estratificados, localmente con ligero metamorfismo
Batolito de Zamora	J_{abs}	Granitoides
Unidad Piedras	Pz_{pi}	Anfibolitas gneísicas de grano fino a grueso y esquistos verdes
Granito de Abitagua	IN G_{Ab}	Granito (monzogranito de biotita, de grano grueso y color rosado)
Gabro	IN Ga	Gabro

Fuente: CTN, a partir de: cartografías geológicas oficiales 1: 100.000 y 1:250.000 del INIGEMM y organismos predecesores; Bristow y Hoffstetter, 1977

(*) Nota: Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros

grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, Pl=Plioceno, Mio=Mioceno, Oli=Oligoceno, Eo= Eoceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera; dvQ=depósitos volcánicos del Quilotoa) o al nombre de la "formación geológica" (za=Zarapullo; Bb=Borbón; Mn=Mangán, etc.). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

4. Atributos morfológicos: forma de la cima, de la vertiente y del valle

Los atributos morfológicos, de carácter descriptivo, hacen referencia a variables que ayudan a describir la forma del relieve de la unidad geomorfológica delimitada. Se incluyen los siguientes (Cuadro IV.4):

- Forma de la cima
- Forma de la vertiente
- Forma del valle

Cuadro IV.4. Categorías de formas de cima, vertiente y valle

FORMA DE LA CIMA	FORMA DE LA VERTIENTE	FORMA DEL VALLE
Aguda	Cóncava	En U
Redondeada	Convexa	En V
Plana	Rectilínea	Plano
Otras	Mixta	Otras
No Aplicable	Irregular	No Aplicable
	Otras	
	No Aplicable	

Fuente: CLIRSEN, 2012

5. Atributos morfométricos: desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente

Los atributos morfométricos se refieren a variables susceptibles de medida y que contribuyen a caracterizar el recinto o polígono identificado desde el punto de vista del análisis cuantitativo del relieve que proporciona la geoforma. Los atributos de este tipo son:

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

La asignación de todos estos atributos está automatizada, tal como se explica en el documento "Atributos de las geoformas, asignación de atributos y sistema de validación", en base a los datos que proporciona el MDT. No obstante, el fotointérprete los puede modificar si considera que no se ajustan a lo observado o son de carácter anómalo o inexacto.

El *desnivel relativo* corresponde a la altura existente entre la parte más baja, generalmente el cauce de los ríos, quebradas o incisiones (nivel base) y la parte más alta de las unidades geomorfológicas (CLIRSEN, 2012). Las categorías o rangos establecidos son las que se muestran en el Cuadro IV.5.

Cuadro IV.5. Categorías de desnivel relativo

CLASE	DESNIVEL RELATIVO
1	0 - 5 m
2	>5 - 15 m
3	>15 - 25 m
4	>25 - 50 m
5	>50 - 100 m
6	>100 - 200 m
7	>200 - 300 m
8	>300 m
NO APLICABLE	

Fuente: CLIRSEN, 2012

La *longitud de vertiente* corresponde a la distancia inclinada existente entre la parte más alta y la más baja de una unidad geomorfológica (IEE, 2012). Las categorías o rangos establecidos se muestran en el Cuadro IV.6.

Cuadro IV.6. Categorías de longitud de vertiente

CLASE	TIPO	LONGITUD DE VERTIENTE
1	Muy corta	< 15 m
2	Corta	>15-50 m
3	Moderadamente larga	>50-250 m
4	Larga	>250-500 m
5	Muy larga	>500 m
NO APLICABLE		

Fuente: CLIRSEN, 2012

La *pendiente* es el grado de inclinación de las geoformas, con relación a la horizontal, expresado en porcentaje (IEE, 2012). Se han establecido diez clases o rangos de pendientes de pendiente (Cuadro IV. 7).

Cuadro IV.7. Categorías de pendiente

CLASE	TIPO	PENDIENTE (%)
1	Plana	0-2
2	Muy suave	>2 - 5
3	Suave	>5 - 12
4	Media	>12 - 25
5	Media a fuerte	>25 - 40
6	Fuerte	>40 - 70
7	Muy fuerte	>70 - 100
8	Escarpada	> 100 - 150
9	Muy escarpada	> 150 - 200
10	Abrupta	> 200
NO APLICABLE		

Fuente: CLIRSEN, 2012

6. Atributos relacionados con el drenaje

Son dos las variables o atributos que se refieren al drenaje: la forma de drenaje y la densidad de drenaje. Ambas variables proporcionan información indirecta sobre el sustrato (litología y estructura) y/o el tipo de modelado al que está, o ha estado, sometida la geoforma. Las categorías consideradas para cada uno de estos atributos se recogen en los Cuadros IV.8 y IV.9.

La forma de drenaje se asigna por fotointerpretación, mientras que la densidad de drenaje (relación entre la longitud total de cauces que atraviesan un área dada y la

superficie de dicha área: Horton, 1945; Strahler, 1952; Strahler, 1954) se obtiene automáticamente.

Las herramientas para generar la red de drenaje son ArcGIS 10, ArcHydro y ETGeowizard.

Cuadro IV.8. Categorías de tipo de drenaje

TIPOS DE DRENAJE
Dendrítico
Subdendrítico
Anastomosado
Meándrico
Paralelo
Enrejado
Rectangular
Angular
Radial
Asimétrico
Subparalelo
Pinnado
Otras
No Aplicable

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

CLASE O TIPO	DENSIDAD
Drenaje grueso (baja densidad)	<5 km/km ²
Drenaje medio (media densidad)	5-12 km/km ²
Drenaje fino (alta densidad)	>12 km/km ²
NO APLICABLE	

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el anexo

Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977. Lexique Stratigraphique International, vol. V. Amérique Latine, Fasc. 5 a 2: Ecuador. *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*. París, 410 p.

CLIRSEN, 2012. proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000". Geomorfología. Metodología (versión 2012). *Informe no publicado*. Quito, 36 p.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

DGGM-IGS (Dirección General de Geología y Minas; Institute of Geological Sciences), 1982. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *DGGM*. Quito.

Duque, P., 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. *CODIGEM*. Quito, 102 p.

Horton, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basis; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 56, 275-370.

Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 63, 1117-1142.

Strahler, A.N., 1954. Statistical analysis in geomorphic research. *J. Geology*, 62, 1-25.

Winckell, A. (coordinador), 1997. Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador. *CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM*. Quito, 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.